

INDUSTRI PENGOLAHAN DAGING



Penulis:

Citra Nurma Yunita, Miksusanti, I Ketut Budaraga,
Yunus Syafie, Sri Lestari, Asma Bio Kimestri, Fatma
Maruddin, Irfan Fadhlurrohman, Sugiarto, Nilawati,
Ridwan Rizkyanto

INDUSTRI PENGOLAHAN DAGING

**Citra Nurma Yunita
Miksusanti
I Ketut Budaraga
Yunus Syafie
Sri Lestari
Asma Bio Kimestri
Fatma Maruddin
Irfan Fadhlurrohman
Sugiarto
Nilawati
Ridwan Rizkyanto**



CV HEI PUBLISHING INDONESIA

INDUSTRI PENGOLAHAN DAGING

Penulis :

Citra Nurma Yunita
Miksusanti
I Ketut Budaraga
Yunus Syafie
Sri Lestari
Asma Bio Kimestri
Fatma Maruddin
Irfan Fadhlurrohman
Sugiarto
Nilawati
Ridwan Rizkyanto

ISBN : 978-634-7526-75-5

Editor : Purnama Wirawan, S.Si, M.Si

Penyunting : Akhirul Desman, ST

Desain Sampul dan Tata Letak : Namira Umami Khalsum. YB, S.Psi

Penerbit : CV HEI PUBLISHING INDONESIA

Anggota IKAPI No. 034/SBA/2023

Redaksi :

Jl. Air Paku No.29 RSUD Rasidin, Kel. Sungai Sapih, Kec Kuranji
Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.heipublishing.com
Email : heipublishing.id@gmail.com

Cetakan pertama, Maret 2026

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Industri Pengolahan Daging dapat diselesaikan. Buku referensi ini bahasan tentang Pendahuluan Industri Pengolahan Daging, Karakteristik dan Komposisi Kimia Daging, Penanganan Pasca Panen dan Pendinginan Daging, Proses Pengawetan Daging, Produk Olahan Daging Tradisional dan Modern, Bahan Tambahan dalam Pengolahan Daging, Mikrobiologi dan Keamanan Daging, Evaluasi Mutu Fisik, Kimia, dan Sensoris Produk Daging, Pengemasan dan Penyimpanan Produk Daging, Peralatan dan Teknologi Pengolahan Daging, Regulasi, Standar, dan Prospek Industri Daging.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, 28 Maret 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
BAB 1 PENDAHULUAN INDUSTRI	
PENGOLAHAN DAGING.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup Industri Pengolahan Daging	3
1.2.1 Definisi Daging Segar dan Daging Olahan.....	4
1.2.2 Ragam Produk dalam Industri Pengolahan Daging	6
1.2.3 Alur Dasar Pengolahan Daging	8
1.3 Prinsip Dasar Pengolahan Daging.....	11
1.3.1 Prinsip Fisik dalam Pengolahan Daging	11
1.3.2 Prinsip Kimia dan Biokimia dalam Pengolahan Daging	12
1.3.3 Prinsip Pengendalian Proses dalam Industri Pengolahan Daging	13
1.4 Peran Industri Pengolahan Daging dalam Sistem Pangan.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16
BAB 2 KARAKTERISTIK DAN KOMPOSISI	
KIMIA DAGING	23
2.1 Pendahuluan	23
2.2 Tinjauan Umum Tentang Daging	26
2.2.1 Definisi Daging	26
2.2.2 Struktur Daging	27
2.2.3 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Daging ..	27
2.3 Karakteristik Fisik Dan Komposisi Kimia Berbagai Jenis Daging Tinjauan Umum Tentang Daging	28

2.3.1 Daging Ayam Kampung (<i>Gallus gallus domesticus</i>).....	28
2.3.2 Daging Ayam Broiler	31
2.3.3 Ayam Kalkun.....	35
2.3.4 Bebek Pegagan.....	40
2.3.5 Bebek Serati.....	45
2.3.6 Sapi Limosin	50
2.3.7 Sapi Brahman.....	55
2.3.8 Sapi Limosin	60
2.3.9 Kerbau Rawa.....	65
2.3.10 Kerbau Sungai	70
2.3.11 Kambing Kacang	75
2.3.12 Kambing Etawa	80
2.3.13 Domba	85
2.3.13 Rusa.....	90
2.3.14 Kelinci	94
DAFTAR PUSTAKA.....	100
BAB 3 PENANGANAN PASCAPANEN DAN PENDINGINAN DAGING	105
3.1 Pengertian Penanganan Pascapanen Daging.....	106
3.1.1 Definisi dan Lingkup Penanganan Pascapanen Daging	106
3.1.2 Tahapan Utama dalam Penanganan Pascapanen	107
3.1.3 Tantangan dan Teknologi Intervensi Modern.....	111
3.1.4 Kebijakan Regulasi dan Sistem Manajemen ..	113
3.2 Tujuan Penanganan Pascapanen.....	114
3.2.1 Menjaga Mutu Daging	114
3.2.2 Menjamin Keamanan Pangan	116
3.2.3 Memperpanjang Umur Simpan.....	117
3.2.4 Mengurangi Susut Berat (<i>Weight Loss</i>).....	118

3.2.5 Memenuhi Standar Kesehatan dan Regulasi.	119
3.2.6 Meningkatkan Nilai Ekonomi dan Daya Saing.....	120
3.2.7 Mendukung Kesejahteraan Konsumen.....	121
3.3 Prinsip Penanganan Pascapanen Daging	122
3.3.1 Penerapan Higiene dan Sanitasi.....	124
3.3.2 Pengendalian Suhu (<i>Cold Chain Management</i>).....	125
3.3.3 Penerapan Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan (HACCP).....	126
3.3.4 Pengendalian Aktivitas Mikroba.....	127
3.3.5 Penanganan dan Distribusi yang Tepat.....	128
3.3.6 Peningkatan Kualitas (<i>Meat Aging</i>).....	130
3.3.7 Kepatuhan terhadap Regulasi dan Standar....	131
3.4 Teknologi Pendinginan Daging.....	132
3.4.1 <i>Chilling</i> (Pendinginan).....	134
3.4.2 <i>Freezing</i> (Pembekuan)	135
3.4.3 <i>Superchilling</i> (Pendinginan Super)	136
3.4.4 <i>Cryogenic Freezing</i>	137
3.4.5 <i>Vacuum Cooling</i>	138
3.4.6 Technology Integration (<i>Cold Chain Management</i>).....	139
3.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Pascapanen	140
3.5.1 Faktor Ante-Mortem (Pra-Pemotongan).....	141
3.5.2 Faktor Post-Mortem (Pasca Pemotongan)	146
3.5.3 Faktor Selama Distribusi dan Penjualan	151
3.6 Tanda-Tanda Kerusakan Daging.....	152
3.6.1 Perubahan Warna	152
3.6.2 Bau Tidak Sedap (<i>Off-Odor</i>)	153
3.6.3 Perubahan Tekstur	153

3.6.4 Pembentukan Gas dan Pembengkakan Kemasan.....	154
3.6.5 Perubahan Permukaan (<i>Discoloration</i> atau Lendir)	155
3.6.6 Kerusakan Kimia (Oksidasi Lemak/ Ransiditas)	156
3.6.7 Pertumbuhan Jamur	156
3.7 Metode Pengemasan Pendukung Pendinginan ..	157
3.7.1 Vacuum Packaging (VP), Pengemasan Vakum.....	158
3.7.2 <i>Modified Atmosphere Packaging</i> (MAP), Pengemasan Atmosfer Termodifikasi	159
3.7.3 <i>Vacuum Skin Packaging</i> (VSP)	160
3.7.4 <i>Active Packaging</i> , Pengemasan Aktif	160
3.7.5 <i>Intelligent Packaging</i> , Pengemasan Cerdas...	161
3.7.6 <i>Edible Coating</i> , Lapisan Boleh Dimakan.....	162
3.8 Standar dan Regulasi Mutu Daging	163
3.8.1 Standar Nasional Indonesia (SNI)	164
3.8.2 Nomor Kontrol Veteriner (NKV)	166
3.8.3 Persyaratan Keamanan Pangan	167
3.8.4 Standar Internasional	168
3.8.5 Labeling dan Ketelusuran (<i>Traceability</i>)	170
3.9 Rantai Dingin (<i>Cold Chain</i>) Daging.....	171
3.9.1 Tujuan Rantai Dingin Daging	172
3.9.2 Tahapan Rantai Dingin Daging	173
3.9.3 Komponen Utama Rantai Dingin.....	177
3.9.4 Standar Suhu dalam Rantai Dingin Daging ...	178
3.9.5 Manfaat Penerapan Rantai Dingin	179
3.9.6 Regulasi Terkait Rantai Dingin Daging di Indonesia	180
3.10 Tips Praktis Penanganan Pascapanen Daging ...	181
3.10.1 Penerapan Higiene dan Sanitasi yang Ketat	182

3.10.2 Pendinginan Cepat Setelah Pemotongan	182
3.10.3 Simpan dengan Suhu Terkontrol.....	183
3.10.4 Gunakan Sistem Rantai Dingin (<i>Cold Chain</i>).....	184
3.10.5 Pilih Metode Pengemasan yang Tepat.....	185
3.10.6 Hindari Paparan Suhu Ruang Terlalu Lama .	186
3.10.7 Rotasi Stok dengan Sistem FIFO (<i>First In First Out</i>).....	186
3.10.8 Cegah Kontaminasi Mikroba	187
3.10.9 Perhatikan Penanganan di Retail	188
3.10.10 Patuhi Regulasi dan Sertifikasi	189
DAFTAR PUSTAKA	191
BAB 4 PROSES PENGAWETAN DAGING	195
4.1 Pendahuluan	195
4.2 Karakteristik Daging dan Mekanisme Kerusakan.....	198
4.3 Prinsip Dasar Pengawetan Daging	202
4.4 Metode Pengawetan Daging Konvensional	206
4.5 Metode Pengawetan Daging Modern dan Inovatif	210
4.6 Perubahan Biokimia dan Mikrobiologi Selama Pengawetan	214
4.7 Aplikasi Praktis Pengawetan Daging	218
4.8 Keamanan Pangan dan Arah Pengembangan Pengawetan Daging.....	222
DAFTAR PUSTAKA	227
BAB 5 PRODUK OLAHAN DAGING TRADISIONAL DAN MODERN	231
5.1 Produk olahan daging tradisional Indonesia	231
5.2 Produk olahan daging modern dan industri.....	235
5.3 Teknologi pengolahan sosis, nugget, dan daging asap.....	240

5.4 Inovasi produk olahan daging berbasis preferensi konsumen.....	244
5.5 Aspek keamanan, mutu, dan pemasaran produk olahan daging	248
DAFTAR PUSTAKA.....	252
BAB 6 BAHAN TAMBAHAN DALAM PENGOLAHAN DAGING	255
6.1 Pendahuluan	255
6.2 Katagori Bahan Tambahan Pangan (BTP).....	256
6.3 Bahan Tambahan pada pengolahan Daging	257
6.5 Regulasi Penggunaan BTP di Indonesia.....	271
6.6 Aplikasi dalam Produk Olahan Daging	272
DAFTAR PUSTAKA.....	275
BAB 7 MIKROBIOLOGI DAN KEAMANAN DAGING	277
7.1 Pendahuluan	277
7.2 Mikroorganisme pada Daging	279
7.2.1 Mikroorganisme awal (intrinsik dan ekstrinsik) pada daging segar.	279
7.2.2 Mikroflora dominan pada daging segar dan olahan (psikrotrof, mesofilik)	279
7.2.3 Patogen utama pada daging.....	280
7.2.4 Mikroorganisme penyebab pembusukan (spoilage) dan perubahan organoleptik.....	281
7.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba pada Daging	281
7.3.1 Faktor intrinsik: pH, aw, komposisi kimia, dan struktur daging	281
7.3.2 Faktor ekstrinsik: suhu, oksigen, kelembaban, dan kemasan	282
7.3.3 Faktor selama rantai pasok: pemotongan, pendinginan, transportasi, dan penyimpanan	283

7.3.4 Pengaruh pengolahan (<i>curing, smoking, fermentasi</i>) terhadap mikroba	283
7.4 Kontaminasi dan Infeksi pada Daging	284
7.4.1 Sumber kontaminasi: hewan hidup, lingkungan, peralatan, dan pekerja.....	284
7.4.2 Kontaminasi Primer dan Sekunder	284
7.4.3 Infeksi zoonotik (<i>brucellosis, tuberculosis, Q fever, dll.</i>)	285
7.4.4 Kontaminasi silang di rumah potong hewan dan industry pengolahan.....	286
7.5 Prinsip Pengendalian Mikrobiologi dan Keamanan Daging	286
7.5.1 <i>Good Hygiene Practices</i> (GHP) dan <i>Good Manufacturing Practices</i> (GMP)	287
7.5.2 <i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i> (HACCP) pada Rantai Daging	288
7.5.3 Teknik Pengendalian Fisik: Pendinginan Cepat, Pembekuan, Iradiasi, Suhu Tinggi.....	288
7.5.4 Teknik Pengendalian Kimia: Asam Organik, Nitrit, Garam, dan Fumigasi	289
7.5.5 Teknik Pengendalian Biologis: Starter Kultur, Bacteriocin, dan Probiotik.....	290
7.5.6 Kemasan Aktif dan Atmosfer Termodifikasi (MAP) untuk Memperpanjang Umur Simpan	290
7.6 Metode Deteksi dan Pengujian Mikrobiologi.....	291
7.6.1 Metode Konvensional: <i>Total Plate Count, Coliform, Salmonella, E. coli</i>	291
7.6.2 Metode Cepat: PCR, ELISA, Imunomagnetik Separation, dan Biosensor	292
7.6.3 Standar Pengujian Nasional (SNI) dan Internasional (ISO, <i>Codex Alimentarius</i>)	293

7.7 Tantangan dan Tren Keamanan Daging Terkini ..	294
7.8 Kesimpulan	297
DAFTAR PUSTAKA.....	299

BAB 8 EVALUASI MUTU FISIK, KIMIA, DAN

SENSORIS PRODUK DAGING..... 303

8.1 Pendahuluan	303
8.2 Konsep Mutu Produk Daging	306
8.2.1 Mutu Objektif dan Mutu Subjektif	306
8.2.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Mutu Produk Daging.....	307
8.2.3 Mutu sebagai Parameter Keamanan dan Daya Simpan	308
8.2.4 Mutu dalam Perspektif Industri dan Standarisasi	309
8.3 Evaluasi Mutu Fisik Produk Daging	310
8.3.1 Sifat Fisik Daging dan Signifikansinya.....	310
8.3.2 Warna Produk Daging	311
8.3.3 Tekstur dan Keempukan Produk Daging	312
8.3.4 Daya Ikat Air (<i>Water Holding Capacity</i>).....	313
8.3.5 Susut Masak dan Rendemen Produk	313
8.3.6 Peran Evaluasi Mutu Fisik dalam Industri Pengolahan Daging	314
8.3.7 Metode Pengujian Mutu Fisik Daging (Rujukan SNI/AOAC dan Protokol Riset).....	315
8.4 Evaluasi Mutu Kimia Produk Daging.....	319
8.4.1 Komposisi Kimia Produk Daging	319
8.4.2 Analisis Proksimat sebagai Indikator Mutu Kimia.....	321
8.4.3 Nilai pH dan Perannya dalam Mutu Produk Daging.....	321
8.4.4 Oksidasi Lemak dan Dampaknya terhadap Mutu.....	322

8.4.5 Perubahan Protein dan Reaksi Kimia Selama Pengolahan.....	322
8.4.6 Mutu Kimia sebagai Indikator Daya Simpan dan Keamanan	323
8.4.7 Peran Evaluasi Mutu Kimia dalam Pengendalian Mutu Industri	324
9.5 Evaluasi Mutu Sensoris Produk Daging.....	324
8.5.1 Konsep Dasar Evaluasi Sensoris.....	325
8.5.2 Atribut Sensoris Produk Daging.....	325
8.5.3 Jenis-Jenis Uji Sensoris.....	326
8.5.4 Panelis dan Kondisi Pengujian	327
8.5.5 Skala Penilaian dan Analisis Data Sensoris.....	327
8.5.6 Peran Evaluasi Sensoris dalam Pengendalian Mutu Produk Daging	328
8.5.7 Klasifikasi Panelis dan Persyaratannya	328
8.6 Hubungan Mutu Fisik, Kimia, dan Sensoris Produk Daging	332
8.6.1 Keterkaitan Mutu Fisik dan Mutu Kimia	333
8.6.2 Keterkaitan Mutu Kimia dan Mutu Sensoris ..	333
8.6.3 Keterkaitan Mutu Fisik dan Mutu Sensoris.....	334
8.6.4 Pendekatan Terpadu dalam Evaluasi Mutu Produk Daging.....	335
8.6.5 Implikasi Hubungan Antar Mutu terhadap Pengendalian Kualitas	335
8.7 Penerapan Evaluasi Mutu dalam Industri Pengolahan Daging.....	336
8.7.1 Evaluasi Mutu sebagai Bagian dari Pengendalian Proses.....	337
8.7.2 Peran Evaluasi Mutu dalam Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan Pangan.....	337
8.7.3 Evaluasi Mutu dalam Pengembangan dan Inovasi Produk.....	338

8.7.4 Evaluasi Mutu untuk Menjaga Konsistensi dan Daya Saing Produk	338
8.8 Penutup	339
DAFTAR PUSTAKA.....	341
BAB 9 PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN	
PRODUK DAGING	343
9.1 Pendahuluan	343
9.2 Tujuan Pengemasan Produk Daging.....	344
9.3 Jenis-jenis Bahan Kemasan Daging	346
9.4 Metode Pengemasan Daging.....	349
9.5 Prinsip Dasar Penyimpanan Daging	357
9.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Umur Simpan Daging	358
9.7 Manfaat Pengemasan Produk Daging.....	360
9.8 Prinsip Dasar Penyimpanan Daging	361
9.9 Metode Penyimpanan Daging	362
9.10 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Umur Simpan Daging	365
9.11 Penyimpanan dan Meningkatkan Nutrisi dan Cita Rasa Daging	366
DAFTAR PUSTAKA.....	369
BAB 10 PERALATAN DAN TEKNOLOGI	
PENGOLAHAN DAGING	371
10.1 Pendahuluan.....	371
10.2 Peralatan Pengolahan Daging	373
10.2.1 Penggiling Daging (<i>Meat Grinder</i>)	374
10.2.2 <i>Bowl Cutter</i>	374
10.2.3 Filling Machine (Mesin Pengisi)	376
10.2.4 Mesin penjepit (<i>Clipping Machine</i>)	376
10.2.5 Mesin Pengasap (<i>Smokehouse</i>).....	377
10.2.6 <i>Brine Injector</i>	378
10.2.7 Mesin Pengaduk (<i>Tumbler</i>)	379
10.2.8 Mixer/Blender	379

10.2.9 Pemotong Daging Beku (<i>Frozen Meat Cutter</i>).....	380
10.3 Teknologi Pengolahan Daging.....	381
10.3.1 Pembekuan Daging	381
10.3.2 Penggaraman dan Curing	381
10.3.3 Pengasapan	382
10.3.4 Pengeringan	382
10.3.5 Pemanasan.....	383
10.3.6 Metode Iradiasi	383
10.3.7 <i>High Pressure Processing</i> (HPP).....	384
10.3.8 <i>Modified Atmosphere Packaging</i> (MAP)	385
DAFTAR PUSTAKA	386
BAB 11 REGULASI, STANDAR, DAN PROSPEK	
INDUSTRI DAGING.....	387
11.1 Kerangka Regulasi Industri Daging	387
11.2 Standar Mutu dan Keamanan Produk Daging ...	388
11.3 Aspek Halal dalam Industri Pengolahan Daging	390
11.4 Isu Kontemporer dan Tantangan Industri Daging.....	391
11.5 Prospek Industri Pengolahan Daging.....	393
11.6 Strategi Pengembangan Industri Daging di Indonesia	396
DAFTAR PUSTAKA	397
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan karakteristik daging segar dan daging olahan	6
Tabel 3.1. Prinsip Penanganan Pascapanen Daging	123
Tabel 3.2. Teknologi Pendinginan Daging.....	133
Tabel 3.3. Standar Suhu dalam Rantai Dingin Daging.....	178
Tabel 6.1. Regulasi penggunaan BTP di Indonesia	272
Tabel 9.1. Komposisi kimia berbagai jenis daging segar	320

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Tahapan Rantai Dingin Daging.....173

Gambar 5.1. Produk Olahan Daging Modern dan Industri.....236

BAB 1

PENDAHULUAN INDUSTRI PENGOLAHAN DAGING

1.1 Latar Belakang

Daging merupakan salah satu komoditas pangan asal hewan yang memiliki peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat (Yunita dkk., 2023). Daging mengandung protein dengan mutu biologis tinggi yang menyediakan asam amino esensial secara lengkap, serta dilengkapi mineral penting seperti zat besi dan vitamin kelompok B yang ketersediaannya relatif terbatas pada bahan pangan nabati (Suryanadi dkk., 2022). Pola konsumsi daging dalam kehidupan sehari-hari tidak hanya berperan sebagai sumber energi dan pembentuk cita rasa, tetapi juga berkontribusi dalam mendukung pertumbuhan tubuh, perkembangan fungsi kognitif, serta pemeliharaan sistem imun. Kecukupan asupan daging juga berperan penting dalam menurunkan risiko terjadinya defisiensi zat gizi mikro (Imelda dkk., 2024).

Perkembangan jumlah penduduk global yang disertai dengan peningkatan tingkat pendapatan ekonomi mendorong terjadinya peningkatan permintaan terhadap daging (Oktafiana dkk., 2021). Kesadaran masyarakat modern terhadap pentingnya nutrisi berkualitas semakin meningkat,

sehingga preferensi konsumsi pangan mulai bergeser dari sekadar pemenuhan kebutuhan kalori menuju pemenuhan protein hewani yang bersifat fungsional. Dinamika tersebut menempatkan daging tidak hanya sebagai bahan pangan pokok, tetapi juga sebagai komoditas ekonomi bernilai tinggi yang menuntut sistem produksi dan distribusi yang efisien, berkelanjutan, dan merata (Rusdiana dkk., 2017).

Karakteristik alami daging segar yang kaya akan nutrisi dan memiliki kadar air tinggi menjadikannya bahan pangan yang mudah rusak (*perishable food*) (Gómez et al., 2020). Kondisi tersebut menyebabkan daging menjadi media yang ideal bagi pertumbuhan mikroba patogen maupun pembusuk jika tidak ditangani dengan cepat. Tanpa intervensi teknologi, daging segar akan mengalami penurunan mutu yang drastis, memiliki umur simpan yang sangat pendek, serta berisiko tinggi terhadap kontaminasi yang dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan (*foodborne diseases*) (Latifah et al., 2024).

Industri pengolahan daging berkembang sebagai penerapan teknologi pangan untuk mengatasi keterbatasan sifat biologis dan karakteristik fisik daging segar yang mudah mengalami kerusakan. Penerapan berbagai teknik pengolahan, seperti pendinginan, pembekuan, penggaraman, pengasapan, fermentasi, dan perlakuan panas, diterapkan untuk memperpanjang umur simpan dan menjamin keamanan pangan (Amit et al., 2017). Selain fungsi pengawetan, proses pengolahan juga menghasilkan nilai tambah (*value-added*) melalui diversifikasi produk, seperti sosis, nugget, bakso, dan kornet, yang menawarkan kepraktisan, kestabilan mutu, serta

variasi sensori sesuai dengan kebutuhan konsumen modern (Hossain et al., 2025).

Keberadaan industri pengolahan daging memiliki relevansi yang sangat penting dalam ekosistem agribisnis dan ketahanan pangan nasional. Industri ini berperan sebagai penghubung antara sektor produksi ternak dan konsumen, serta berfungsi sebagai penyangga dalam menghadapi fluktuasi pasokan bahan baku. Penerapan teknologi pengolahan yang efisien dan berkelanjutan tidak hanya mendukung ketersediaan protein hewani bagi masyarakat, tetapi juga meningkatkan daya saing komoditas peternakan dalam menghadapi tantangan pemenuhan kebutuhan gizi dan keamanan pangan di masa depan.

1.2 Ruang Lingkup Industri Pengolahan Daging

Industri pengolahan daging berkembang sebagai upaya memanfaatkan teknologi untuk memenuhi permintaan masyarakat akan pangan hewani yang aman, bermutu, dan tersedia secara berkelanjutan seiring perkembangan zaman. Daging sebagai bahan pangan memiliki karakteristik yang sangat rentan terhadap kerusakan, sehingga memerlukan penanganan pascapanen yang tepat. Upaya pengolahan menjadi langkah strategis untuk mengendalikan penurunan mutu, sekaligus memastikan bahwa daging yang dikonsumsi memenuhi persyaratan keamanan pangan dan standar kualitas yang ditetapkan (Yunita dkk., 2025).

Ruang lingkup industri pengolahan daging mencakup berbagai aktivitas yang berkaitan dengan pemanfaatan daging sebagai bahan pangan melalui proses pengolahan secara

umum, yang bertujuan menjaga mutu, memperpanjang daya simpan, dan memberikan nilai tambah. Aktivitas ini melibatkan penerapan prinsip-prinsip ilmiah dan teknologi yang mengatur perubahan sifat fisik, kimia, dan biologis daging agar tetap layak konsumsi serta memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan pasar. Setiap tahapan dalam proses pengolahan berperan penting dalam menentukan kualitas dan karakter produk akhir.

1.2.1 Definisi Daging Segar dan Daging Olahan

Daging segar didefinisikan sebagai otot rangka dari hewan ternak yang sehat setelah melalui proses penyembelihan dan pembersihan, serta tidak ditambahkan dengan bahan apapun (Pertwi & Soenarno, 2020). Secara biologis, daging segar masih memiliki karakteristik fisik dan kimia yang menyerupai jaringan otot hidup, meskipun telah terjadi proses *rigor mortis* (Arafa et al., 2024). Keutamaan dari daging segar terletak pada kemurnian nutrisinya, di mana kandungan protein, lemak, serta vitamin dan mineral di dalamnya belum mengalami denaturasi akibat proses pengolahan termal yang ekstrem.

Daging segar umumnya diklasifikasikan berdasarkan suhu penyimpanannya, yaitu daging segar dingin (*chilled*) dan daging segar beku (*frozen*) (Ernawati dkk., 2018). Daging yang telah mengalami penurunan suhu untuk menghambat aktivitas mikroorganisme, namun tetap dikategorikan sebagai segar karena tidak melibatkan penambahan bahan tambahan pangan (BTP) maupun perubahan struktur fisik yang signifikan. Fokus utama dalam penanganan daging segar adalah menjaga rantai dingin (*cold chain*) guna meminimalkan laju kerusakan

oksidatif dan pertumbuhan bakteri pembusuk (Sokra et al., 2026).

Daging olahan merupakan produk yang dihasilkan melalui transformasi daging segar menggunakan berbagai metode teknologi pangan, seperti penggilingan, pemanasan, pengasapan, atau fermentasi (Rosyidi dkk., 2021). Proses pengolahan ini bertujuan untuk memperpanjang masa simpan, meningkatkan palatabilitas (rasa dan tekstur), serta memberikan nilai tambah pada produk. Definisi daging olahan mencakup spektrum yang luas, mulai dari produk yang hanya mengalami perubahan bentuk fisik hingga produk yang melibatkan reaksi kimia kompleks antara protein daging dengan bahan tambahan lainnya.

Karakteristik utama yang membedakan daging olahan dari daging segar adalah penggunaan bahan tambahan seperti garam, nitrat/nitrit, rempah-rempah, dan bahan pengisi (*filler*). Penambahan bahan-bahan ini tidak hanya berfungsi sebagai pengawet, tetapi juga untuk membentuk tekstur yang spesifik dan warna merah yang stabil melalui reaksi pembentukan nitrosomioglobin. Selain itu, proses pemasakan pada daging olahan menyebabkan koagulasi protein yang membuat produk menjadi lebih kompak dan siap dikonsumsi (*ready-to-eat*) (Azzahra, 2024). Perbedaan karakteristik daging segar dan daging olahan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perbandingan karakteristik daging segar dan daging olahan

Karakteristik	Daging Segar	Daging Olahan
Umur simpan	Singkat	Lebih panjang
Tingkat pengolahan	Minimal, hanya pemotongan atau pendinginan	Tinggi, melalui proses industri (giling, fermentasi, pemanasan, dll.)
Kemudahan konsumsi	Memerlukan pengolahan tambahan	Siap konsumsi atau siap masak
Nilai tambah	Rendah	Tinggi
Stabilitas	Rentan terhadap kerusakan	Lebih stabil melalui pengolahan

1.2.2 Ragam Produk dalam Industri Pengolahan Daging

Industri pengolahan daging memproduksi beragam jenis produk yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang beragam, baik dari segi rasa, kemudahan penggunaan, maupun daya simpan. Produk-produk tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat pengolahan, tujuan konsumsi, dan karakteristik penyimpanan. Keberagaman produk ini mencerminkan peran industri dalam menciptakan nilai tambah dari bahan baku daging segar, sekaligus menyesuaikan penawaran dengan preferensi pasar dan tren konsumsi. Ragam produk yang luas juga memungkinkan industri untuk menyeimbangkan antara ketersediaan bahan baku, kapasitas pengolahan, dan permintaan konsumen sehingga tercipta efisiensi dalam sistem produksi dan distribusi.

Produk daging segar olahan sederhana, seperti daging cincang, potongan daging siap masak, dan daging beku, merupakan salah satu kategori yang paling umum (Rosyidi dkk., 2021). Produk ini mempertahankan sebagian besar sifat alami daging, termasuk tekstur, warna, dan aroma, tetapi diolah untuk mempermudah penggunaan dan mempercepat waktu dalam pemasakan. Dengan pengolahan yang minimal, produk ini masih memerlukan proses memasak sebelum dikonsumsi, namun dapat meningkatkan fleksibilitas penggunaan di rumah tangga, restoran, dan industri katering. Selain itu, bentuk dan ukuran produk disesuaikan untuk memudahkan distribusi dan penyimpanan, termasuk pengemasan dalam porsi tertentu yang sesuai kebutuhan pasar (Cenci-Goga et al., 2020).

Produk olahan bernilai tambah yang lebih kompleks mencakup sosis, nugget, bakso, kornet, dendeng, dan produk siap saji lainnya. Produk ini melalui berbagai tahapan pengolahan yang melibatkan kombinasi teknologi fisik, kimia, dan biologis, seperti penggilingan, pencampuran bahan tambahan, pemanasan, fermentasi, dan pengasapan. Tujuan utama dari pengolahan adalah meningkatkan stabilitas produk, memperpanjang umur simpan, mempermudah penyimpanan dan distribusi, serta menciptakan variasi sensori berupa rasa, aroma, dan tekstur (Susilo dkk., 2019). Produk daging olahan dapat memenuhi kebutuhan konsumen yang menginginkan kemudahan, konsistensi mutu, dan nilai tambah dari produk daging.

Industri pengolahan daging juga menghasilkan produk khusus yang menyesuaikan dengan tren dan preferensi

konsumen modern, seperti produk rendah lemak, tinggi protein, rendah natrium, atau bebas bahan pengawet sintetis. Produk-produk ini menunjukkan kemampuan industri untuk menyesuaikan formulasi, metode pengolahan, dan kemasan dengan tuntutan pasar, sekaligus memanfaatkan teknologi untuk menjaga kualitas, keamanan, dan stabilitas produk. Diversifikasi produk semacam ini menjadi strategi penting bagi industri untuk meningkatkan daya saing dan memperluas pangsa pasar (Ningtiyas dkk., 2025).

Keberagaman produk dalam industri pengolahan daging tidak hanya mencerminkan pemenuhan kebutuhan konsumsi, tetapi juga peran strategis industri dalam meningkatkan nilai ekonomi bahan baku. Melalui pemilihan jenis produk, teknologi pengolahan, dan strategi distribusi, industri dapat mengoptimalkan penggunaan bahan baku, meningkatkan efisiensi, dan menghasilkan produk yang sesuai dengan preferensi konsumen, mulai dari daging segar olahan sederhana hingga produk olahan bernilai tambah yang kompleks. Pendekatan tersebut memastikan bahwa daging sebagai komoditas pangan dapat dimanfaatkan secara optimal, aman, dan bernilai ekonomis tinggi. Selain itu, keberagaman produk turut memperluas daya saing industri pengolahan daging di pasar lokal maupun global melalui diferensiasi produk dan inovasi berkelanjutan.

1.2.3 Alur Dasar Pengolahan Daging

Alur dasar pengolahan daging menggambarkan rangkaian kegiatan utama yang dilakukan untuk mengubah bahan baku daging menjadi produk yang layak konsumsi,

aman, dan bernilai tambah. Proses ini mencakup tahap penerimaan bahan baku, pengolahan awal, transformasi produk, hingga pengemasan dan distribusi (Apriani et al., 2024). Setiap tahapan dalam alur dasar ini menerapkan prinsip-prinsip ilmiah dan teknologi yang bertujuan mempertahankan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis daging, sekaligus memenuhi kebutuhan pasar yang beragam. Pemahaman terhadap alur ini menjadi dasar bagi pengembangan produk dan pengelolaan proses industri secara efisien.

Tahap awal alur pengolahan daging dimulai dari penerimaan dan pemeriksaan bahan baku. Pada tahap ini, daging segar yang berasal dari pemotongan ternak diperiksa kualitasnya, termasuk kesegaran, kebersihan, dan kondisi fisik secara umum (Fernando et al., 2025). Proses ini penting untuk memastikan bahwa hanya bahan baku yang memenuhi standar mutu yang akan diproses lebih lanjut. Aktivitas ini mencakup penyimpanan sementara dengan pengaturan suhu dan kebersihan yang tepat, agar kualitas daging tetap terjaga sebelum memasuki tahap pengolahan berikutnya.

Tahap pengolahan awal meliputi pemotongan, penggilingan, dan pencampuran bahan tambahan sesuai jenis produk yang akan dihasilkan (Kakimov et al., 2020). Pada tahap ini, prinsip teknologi pengolahan digunakan untuk menyesuaikan ukuran, bentuk, dan komposisi daging, sehingga menghasilkan produk yang stabil dan mudah diolah. Selain itu, pengolahan awal juga dapat melibatkan perlakuan fisik atau kimia ringan, seperti pendinginan atau penggaraman, untuk memperlambat pertumbuhan mikroba

dan menjaga karakteristik produk (Susilo dkk., 2019). Penerapan pengolahan yang tepat pada fase ini penting untuk menjaga keseragaman sifat produk hingga tahap akhir.

Tahap transformasi produk merupakan inti dari alur pengolahan daging, di mana daging segar atau hasil pengolahan awal diubah menjadi produk bernilai tambah. Proses ini dapat meliputi pemanasan, fermentasi, pengasapan, atau kombinasi teknik pengolahan lainnya sesuai dengan jenis produk yang dihasilkan, seperti sosis, nugget, kornet, atau bakso. Pemilihan metode transformasi disesuaikan dengan tujuan, misalnya untuk memperpanjang umur simpan, meningkatkan rasa dan aroma, serta menyesuaikan tekstur agar lebih menarik bagi konsumen (Yanti & Ahmad, 2023). Tahap ini menekankan penerapan teknologi industri untuk menghasilkan produk yang konsisten dan aman dikonsumsi.

Tahap akhir dalam alur dasar pengolahan daging mencakup pengemasan, penyimpanan, dan distribusi produk. Pengemasan dilakukan menggunakan teknologi dan material yang sesuai untuk menjaga kualitas, mencegah kontaminasi, dan memudahkan distribusi. Produk kemudian disimpan dalam kondisi suhu terkontrol hingga siap dikirim ke konsumen atau pasar (Maulidina dkk., 2023). Keseluruhan alur ini menunjukkan bagaimana daging sebagai bahan baku diolah secara sistematis dan terpadu, mulai dari penerimaan hingga produk akhir, untuk memenuhi standar kualitas, keamanan, dan permintaan pasar.

1.3 Prinsip Dasar Pengolahan Daging

1.3.1 Prinsip Fisik dalam Pengolahan Daging

Prinsip fisik dalam pengolahan daging merujuk pada penerapan perlakuan yang memanfaatkan gaya mekanis dan pengaturan kondisi lingkungan untuk memodifikasi sifat fisik bahan tanpa mengubah komposisi kimianya secara langsung. Perlakuan fisik bertujuan mempermudah proses pengolahan, meningkatkan keseragaman produk, serta membentuk karakteristik tekstur dan penampakan yang diinginkan (Gómez et al., 2020). Penerapan prinsip fisik dalam pengolahan daging menjadi dasar penting dalam menghasilkan produk olahan yang konsisten dan stabil.

Perlakuan mekanis seperti pemotongan, pencacahan, dan penggilingan, merupakan bentuk utama penerapan prinsip fisik dalam pengolahan daging (Poernomo dkk., 2022). Proses tersebut berfungsi mengurangi ukuran partikel dan meningkatkan luas permukaan daging, sehingga memudahkan pencampuran dengan bahan lain dan pembentukan adonan yang homogen (Suryaningsih dkk., 2024). Namun, perlakuan mekanis perlu dikendalikan untuk mencegah kerusakan struktur jaringan dan kehilangan cairan daging yang dapat menurunkan kualitas produk.

Pengaturan suhu juga menjadi aspek penting dalam prinsip fisik pengolahan daging. Pendinginan dan pembekuan digunakan untuk memperlambat aktivitas mikroorganisme dan reaksi enzimatik, sehingga mutu daging dapat dipertahankan lebih lama (Sembor & Tinangon, 2022). Sebaliknya, pemanasan dimanfaatkan untuk meningkatkan keamanan pangan serta membentuk sifat sensori tertentu,

seperti warna, aroma, dan tekstur khas produk daging olahan. Pengendalian suhu yang tepat sangat menentukan keberhasilan proses pengolahan dan mutu produk akhir.

Prinsip fisik pengolahan daging mencakup pengendalian tekanan dan kadar air. Penerapan tekanan digunakan dalam proses pembentukan dan pemadatan produk untuk memperoleh struktur yang seragam dan stabil. Pengurangan kadar air melalui proses pengeringan dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang daya simpan (Anwar dkk., 2021). Penerapan prinsip-prinsip fisik tersebut secara terpadu mendukung terciptanya produk daging olahan yang aman, bermutu, dan bernilai ekonomi.

1.3.2 Prinsip Kimia dan Biokimia dalam Pengolahan Daging

Prinsip kimia dan biokimia dalam pengolahan daging berkaitan dengan berbagai reaksi yang terjadi pada komponen utama daging, seperti protein, lemak, dan air, selama proses pengolahan dan penyimpanan. Reaksi-reaksi tersebut berperan dalam pembentukan tekstur, cita rasa, warna, serta stabilitas produk daging (Hossain et al., 2025). Pemahaman terhadap perubahan kimia dan biokimia menjadi penting untuk mengendalikan mutu daging olahan dan mencegah terjadinya penurunan kualitas akibat reaksi yang tidak diinginkan.

Reaksi biokimia yang paling dominan dalam pengolahan daging melibatkan protein dan enzim. Denaturasi protein akibat pemanasan atau perubahan pH memengaruhi kemampuan protein dalam mengikat air dan membentuk

struktur gel, yang sangat menentukan tekstur produk daging olahan (Utami dkk., 2015). Selain itu, aktivitas enzim endogen berkontribusi terhadap proses pelunakan jaringan serta pembentukan senyawa rasa selama tahap awal pengolahan (Yunita & Rahayu, 2025). Pengendalian kondisi proses diperlukan untuk memanfaatkan reaksi biokimia secara optimal tanpa menyebabkan degradasi kualitas.

Prinsip kimia dalam pengolahan daging juga mencakup reaksi yang melibatkan lemak dan pigmen daging. Oksidasi lemak dapat menyebabkan ketengikan dan penurunan mutu sensori, sehingga perlu dikendalikan melalui suhu, penggunaan antioksidan, dan pembatasan paparan oksigen (Mangalisu & Permatasari, 2020). Perubahan kimia pada pigmen daging, terutama mioglobin, memengaruhi warna produk yang menjadi indikator penting bagi penerimaan konsumen (Han et al., 2024). Penerapan prinsip kimia dan biokimia secara terkontrol dapat menghasilkan produk daging olahan yang stabil, aman, dan memiliki kualitas sensori yang baik.

1.3.3 Prinsip Pengendalian Proses dalam Industri Pengolahan Daging

Pengendalian proses dalam industri pengolahan daging merupakan pendekatan sistematis yang bertujuan menjamin bahwa seluruh tahapan produksi berlangsung sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan. Prinsip ini menekankan pengaturan kondisi proses, seperti suhu, waktu, dan formulasi bahan, agar keamanan dan mutu produk dapat dipertahankan. Pengendalian proses yang efektif berperan dalam menjaga

keseragaman produk daging serta meminimalkan terjadinya penyimpangan selama produksi.

Ruang lingkup pengendalian proses mencakup pengawasan terhadap setiap tahapan pengolahan, mulai dari penerimaan bahan baku hingga tahap akhir pengemasan (Wicaksani & Adriyani, 2018). Setiap tahapan memiliki potensi risiko yang dapat memengaruhi kualitas dan keamanan produk apabila tidak dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, pemantauan parameter proses dilakukan secara berkelanjutan untuk memastikan bahwa kondisi pengolahan tetap berada dalam batas yang dapat diterima.

Pengendalian proses juga melibatkan penetapan prosedur operasional baku yang menjadi pedoman dalam kegiatan produksi. Pengendalian proses berfungsi untuk menjamin keseragaman pelaksanaan proses oleh tenaga kerja dan dapat memudahkan pengawasan serta evaluasi. Pencatatan data proses dalam pengendalian secara sistematis mendukung upaya penelusuran apabila terjadi penyimpangan dan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan perbaikan proses.

Penerapan pengendalian proses dalam industri pengolahan secara terintegrasi mendukung terciptanya sistem produksi yang stabil dan berkelanjutan. Pengendalian yang terencana dan terdokumentasi dengan baik, industri pengolahan daging dapat menghasilkan produk yang aman, bermutu, serta memenuhi persyaratan regulasi dan standar yang berlaku (Rosyidi dkk., 2021). Prinsip pengendalian proses dalam industri menjadi landasan penting dalam meningkatkan kepercayaan konsumen.

1.4 Peran Industri Pengolahan Daging dalam Sistem Pangan

Industri pengolahan daging memiliki peran penting dalam sistem pangan melalui upaya meningkatkan keamanan, stabilitas, dan daya simpan bahan pangan asal ternak. Penerapan teknologi pengolahan memungkinkan daging segar yang mudah rusak diubah menjadi produk yang lebih aman dan layak dikonsumsi dalam jangka waktu lebih panjang (Sebayang dkk., 2025). Peran tersebut mendukung ketersediaan pangan hewani yang berkesinambungan dan dapat mengurangi kehilangan pangan akibat kerusakan pascapemotongan.

Industri pengolahan daging berkontribusi penting terhadap peningkatan keamanan dan mutu pangan asal ternak. Penerapan standar higiene, sanitasi, dan pengendalian proses memungkinkan pengurangan risiko bahaya biologis, kimia, dan fisik pada produk olahan (Kurniaditya dkk., 2025). Produk daging olahan yang dihasilkan memiliki karakteristik mutu yang lebih konsisten, sehingga memberikan jaminan keamanan dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap pangan hewani.

Kontribusi terhadap distribusi dan ketahanan pangan juga menjadi aspek penting dari sektor industri pengolahan daging. Produk dengan daya simpan yang lebih panjang memudahkan proses penyimpanan dan penyaluran ke berbagai wilayah. Kondisi tersebut memperkuat sistem pangan yang berkelanjutan dan mendukung pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat secara merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Amit, S. K., Uddin, M. M., Rahman, R., Islam, S. R., & Khan, M. S. (2017). A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture & Food Security*, 6(1), 51.
- Anwar, C., Irmayanti, I., & Ambartiasari, G. (2021). Pengaruh lama pengeringan terhadap rendemen, kadar air, dan organoleptik dendeng sayat daging ayam the effect of length of drying towards yields, water content, and organoleptic chicken jerky. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 10(2), 29-38.
- Apriani, G., Yunita, C. N., Rosyidi, D., Rahayu, P. P., Saputro, E., & Radiati, L. E. (2024). The Effect of Burning on the Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) Content in Goat Satay in the East Java Region. *Asian Food Science Journal*, 23(5), 24-32.
- Arafa, E., Edris, S., Ahmed-Farid, O., & Sabeq, I. I. (2024). The Potential Impact of Rigor Mortis on Antibiotic Residues in Bovine Ribeye and Kidney. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 1-9.
- Azzahra, A. (2024). Analisis Impak Cara Penyajian Suhu Tinggi Terhadap Mutu Nugget Ayam Siap Konsumsi. *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi (SANTEK)*, 1(1).
- Cenci-Goga, B. T., Iulietto, M. F., Sechi, P., Borgogni, E., Karama, M., & Grispoldi, L. (2020). New trends in meat packaging. *Microbiology Research*, 11(2), 56-67.
- Ernawati, F., Imanningsih, N., Nurjanah, N., Sahara, E., Sundari, D., Arifin, A. Y., & Prihatini, M. (2018). Kualitas daging

- beku, dingin dan segar: pH dan zat gizi makro. *Penelitian Gizi dan Makanan (The Journal of Nutrition and Food Research)*, 41(1), 21-30.
- Fernando, I., Fei, J., Cahoon, S., & Close, D. C. (2025). A review of the emerging technologies and systems to mitigate food fraud in supply chains. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65(26), 5108-5135.
- Gómez, I., Janardhanan, R., Ibañez, F. C., & Beriain, M. J. (2020). The effects of processing and preservation technologies on meat quality: Sensory and nutritional aspects. *Foods*, 9(10), 1416.
- Han, J., Wang, Y., Wang, Y., Hao, S., Zhang, K., Tian, J., & Jin, Y. (2024). Effect of changes in the structure of myoglobin on the color of meat products. *Food Materials Research*, 4(1).
- Hossain, M. J., Alam, A. N., Kim, S. H., Kim, C. J., Joo, S. T., & Hwang, Y. H. (2025). Techniques and Emerging Trends in Flavor and Taste Development in Meat. *Food science of animal resources*, 45(1), 266.
- Imelda, M., Erwanto, E., Liman, L., & Muhtarudin, M. (2024). Evaluasi kecukupan pasokan zat-zat nutrisi pada sapi potong peternak rakyat di desa astomulyo kecamatan punggur Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 8(4), 672-679.
- Kakimov, A., Kabydzhar, B., Yessimbekov, Z., Suychinov, A., & Baikadamova, A. (2020). Identifying patterns in the effect exerted by a cooling process and the fine grinding modes on the qualitative indicators of a meat

and bone paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11), 104.

- Kurniaditya, V., Rizkaprilisa, W., Luwidharto, J., Bumi, S., & Aristawati, T. (2025). Pengembangan Sistem HACCP untuk Meningkatkan Standar Keamanan Pangan di UMKM PS MAS: Studi pada Produk Abon Sapi: Indonesia. *Science Technology and Management Journal*, 5(2), 107-113.
- Latifah, K. T., Rafli, M., & Prihanani, N. I. (2024). Contamination of coliform bacteria in chicken and fish meat in traditional market. *Buletin Veteriner Udayana*, 131-141.
- Mangalisu, A., & Permatasari, A. (2020). Ketengikan daging ayam kampung unggul sinjai (akusi) yang dimarinasi menggunakan bubuk kulit nanas dengan waktu yang berbeda. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 4(1), 1-6.
- Maulidina, R., Marlina, E. T., & Utama, D. T. (2023). Kualitas Mikroba Produk Olahan Daging yang Dijual Secara Daring Dari UMKM di Kota Bandung. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 4(2), 83-100.
- Ningtiyas, W. D., Irfan, M., Mukhlisah, A. N., Syah, S. P., & Rab, S. A. (2025). Pengembangan Olahan Hasil Ternak Melalui Diversifikasi Produk Olahan Daging Unggas Di Desa Ulidang Kecamatan Tammerrodo. *Jurnal Abdi Insani*, 12(4), 1357-1364.
- Oktafiana, A., Sukaryana, Y., & Kaffi, S. S. (2021). Struktur populasi dan natural increase sapi potong di Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah. *PETERPAN (Jurnal Peternakan Terapan)*, 3(2), 41-47.

- Pertiwi, A. F., & Soenarno, M. S. (2020). Persepsi masyarakat Desa Situgede Kota Bogor terhadap daging sapi beku impor dan daging sapi segar lokal. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(5), 850-859.
- Poernomo, H., Kusumaningtyas, W. G., & Setiawan, T. (2022). Modifikasi Metode Bowl Cutter, Meat Grinder pada Efisiensi dan Efektifitas Kinerja Alat terhadap Kualitas Fisik Daging Ayam Potong (Broiler). *Jurnal Pengembangan Potensi Laboratorium*, 1(1), 34-44.
- Rosyidi, D., Susilo, A., Amertaningtyas, D., Apriliyani, M. W., & Utama, D. T. (2021). *Industri Pengolahan Daging*. Universitas Brawijaya Press.
- Rusdiana, S., & Maesya, A. (2017). Pertumbuhan ekonomi dan kebutuhan pangan di Indonesia. *Agriekonomika*, 6(1), 12-25.
- Sebayang, N. S., Alhannanasir, A., Tamba, K. B., Anggriani, T., Linda, M., Pramuja, M. O., & Mahotra, I. (2025). Gizi dan Pengolahan Pangan dengan Metode Pendinginan dan Pembekuan. *Science: Indonesian Journal of Science*, 1(5), 1069-1074.
- Sembor, S. M., & Tinangon, R. (2022). Industri pengolahan daging. Unsrat Press
- Sokra, I., Meta, H., & Somaly, S. (2026). Microbial spoilage and pathogen control strategies in meat and meat products. *Journal of Agriculture and Technology*, 2(1), 228-243.
- Suryanadi, N. W., Swacita, I. B. N., & Suwiti, N. K. (2022). Karakteristik fisik otot aktif daging sapi bali yang

diberikan pakan tambahan dan growth promotor. *Buletin Veteriner Udayana Volume, 14*(4), 391-396.

- Suryaningsih, L., Gumilar, J., Putranto, W. S., Pratama, A., Wulandari, E., & Utama, D. T. (2024). Pengaruh Penambahan Jenis Tepung Yang Berbeda Pada Burger Sapi Terhadap Sifat Fisik, Kimia Dan Organoleptik. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan, 5*(1), 121-132.
- Susilo, A., Rosyidi, D., Jaya, F., & Apriliyani, A. W. (2019). *Dasar teknologi hasil ternak*. Universitas Brawijaya Press.
- Utami, E. Y., Rosyidi, D., & Widyastuti, E. S. (2015). Pengaruh substitusi daging ayam broiler dengan jamur salju (*Tremella fuciformis*) pada kualitas nugget ayam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak, 10*(2), 63-75.
- Wicaksani, A. L., & Adriyani, R. (2018). Penerapan HACCP dalam proses produksi menu daging rendang di inflight catering. *Media Gizi Indonesia, 12*(1), 88.
- Yanti, N. A., & Ahmad, S. W. (2023). *Teknologi Fermentasi Pangan*. Penerbit NEM.
- Yunita, C. N., & Rahayu, P. P. (2025). Citrus Marinades as a Natural Strategy to Improve the Physicochemical Quality and Safety of Grilled Meat: A Review. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 191, p. 00026). EDP Sciences.
- Yunita, C. N., Pradana, D. K., Fahlevi, R., Dewi, S., & Falah, R. R. (2025). Pengaruh Marinasi Larutan Jeruk Lemon (*Citrus limon* L) Terhadap Karakteristik Organoleptik Sate Ayam. *Journal of Agriculture and Animal Science, 5*(1), 70-78.

Yunita, C. N., Radiati, L. E., & Rosyidi, D. (2023). Effect of lemon marination on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) and quality of chicken satay. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4723-4730.

BAB 2

KARAKTERISTIK DAN KOMPOSISI KIMIA DAGING

2.1 Pendahuluan

Daging merupakan komoditas pangan asal hewan dengan kandungan gizi yang tinggi dan memiliki peranan strategis dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi manusia, khususnya sebagai sumber protein bermutu tinggi. Protein yang terkandung dalam daging tersusun atas asam amino esensial yang lengkap, sehingga berkontribusi penting dalam menunjang proses pertumbuhan, regenerasi jaringan, serta mendukung berbagai fungsi enzimatik di dalam tubuh (Lawrie & Ledward, 2014). Dalam konteks gizi global, konsumsi daging berkontribusi besar terhadap peningkatan status gizi dan pengurangan malnutrisi, khususnya di negara berkembang (FAO, 2011). Oleh karena itu, pemahaman tentang karakteristik dan komposisi kimia berbagai jenis daging menjadi aspek fundamental dalam ilmu pangan, gizi, dan kesehatan masyarakat.

Selain berperan sebagai sumber protein, daging juga merupakan sumber lemak, vitamin, dan mineral yang memiliki peranan penting dalam menunjang proses metabolisme tubuh. Lemak yang terkandung dalam daging tidak hanya berfungsi sebagai penyedia energi, tetapi juga berperan

sebagai medium pelarut bagi vitamin yang bersifat lipofilik, seperti vitamin A, D, E, dan K (Toldrá, 2017). Komponen lipid tersebut tersusun atas beragam asam lemak jenuh maupun tak jenuh yang memberikan dampak fisiologis yang berbeda terhadap kesehatan manusia. Asam lemak jenuh, seperti asam palmitat (C16:0) dan asam stearat (C18:0), diketahui berpotensi meningkatkan konsentrasi kolesterol dalam darah apabila asupannya berlebihan. Sebaliknya, asam lemak tak jenuh, termasuk asam oleat (C18:1) dan asam linoleat (C18:2), dilaporkan memiliki efek protektif dengan menurunkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular (Wood et al., 2008).

Keanekaragaman jenis daging menyebabkan komposisi kimia, karakteristik fisik, dan nilai gizi masing-masing berbeda. Daging sapi misalnya, dikenal memiliki kadar lemak dan protein tinggi, dengan cita rasa khas karena kandungan lemak intramuskular (marbling) yang tinggi (Pereira & Vicente, 2013). Daging ayam cenderung lebih ringan, rendah lemak, dan mudah dicerna karena dominasi asam lemak tak jenuh tunggal dan ganda (Jaturasitha et al., 2008). Sementara itu, Daging ikan dikenal sebagai salah satu sumber utama asam lemak omega-3, khususnya EPA (*eicosapentaenoic acid*) dan DHA (*docosahexaenoic acid*), yang berperan signifikan dalam mendukung fungsi kognitif serta menjaga kesehatan sistem kardiovaskular (Ackman, 1989; FAO, 2011).

Selain sebagai sumber protein dan lipid, daging juga merupakan penyedia beragam vitamin serta mineral yang bersifat esensial bagi tubuh. Kandungan vitamin B kompleks, khususnya vitamin B1, B2, B3, B6, dan B12, terdapat dalam jumlah relatif tinggi pada daging merah maupun daging

unggas, yang berperan penting dalam proses metabolisme energi serta mendukung fungsi sistem saraf dan kinerja jantung (Pereira & Vicente, 2013). Mineral esensial seperti besi (Fe), seng (Zn), dan selenium (Se) memiliki peranan penting dalam sistem biologis, khususnya sebagai kofaktor berbagai enzim serta komponen antioksidan endogen. Besi yang berasal dari bahan pangan hewani, terutama dalam bentuk besi heme, menunjukkan bioavailabilitas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan besi yang bersumber dari pangan nabati (FAO, 2011). Kandungan mineral ini menjadikan daging sebagai makanan penting dalam mencegah anemia defisiensi besi dan gangguan metabolik lainnya.

Karakteristik daging ditentukan oleh interaksi berbagai faktor biologis dan lingkungan. Variasi komposisi kimia daging berkaitan erat dengan perbedaan spesies ternak, jenis dan kualitas pakan, umur, jenis kelamin, serta kondisi fisiologis hewan sebelum proses penyembelihan (Wood et al., 2008). Pemberian pakan dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi berkontribusi terhadap peningkatan kadar *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) pada jaringan otot, sementara ransum yang didominasi oleh bahan berbasis biji-bijian umumnya berkaitan dengan meningkatnya proporsi asam lemak jenuh (Pereira & Vicente, 2013). Proses penanganan pasca pemotongan seperti pendinginan, pengemasan, dan penyimpanan juga memengaruhi kestabilan kimia daging, terutama dalam hal oksidasi lemak dan denaturasi protein (Mottram, 1998; Toldrá, 2017).

Dalam konteks industri pangan modern, pemahaman terhadap komposisi kimia daging sangat penting untuk

menentukan mutu, daya simpan, cita rasa, dan keamanan produk. Perubahan kimiawi yang terjadi selama pemrosesan dan penyimpanan dapat memengaruhi nilai gizi maupun sifat sensorik daging (Toldrá, 2017). Sebagai contoh, reaksi oksidasi lemak menghasilkan senyawa volatil seperti keton dan aldehid yang berkontribusi terhadap aroma khas daging panggang (Mottram, 1998). Sementara itu, interaksi antara protein dan gula selama pemasakan menghasilkan reaksi Maillard, yang menimbulkan warna cokelat dan rasa karamel khas pada produk daging olahan.

Dengan demikian, pembahasan mendalam tentang karakteristik fisik dan komposisi kimia berbagai macam daging, meliputi komponen molekul asam lemak dan turunannya (keton, amina, ester, eter), protein (asam amino), serta vitamin dan mineral, menjadi penting untuk menggambarkan perbedaan biologis, gizi, dan kualitas sensori dari berbagai sumber daging.

2.2 Tinjauan Umum Tentang Daging

2.2.1 Definisi Daging

Menurut Lawrie dan Ledward (2014), daging adalah jaringan otot hewan yang dapat dimakan, terdiri atas serabut otot (myofibril), jaringan ikat, lemak, dan air. Komponen tersebut bersama-sama menentukan tekstur, rasa, serta nilai gizi. Toldrá (2017) menambahkan bahwa daging juga mengandung berbagai enzim, pigmen, dan mineral yang berkontribusi terhadap aroma dan warna setelah proses pemotongan.

2.2.2 Struktur Daging

Secara anatomi, struktur daging tersusun atas beberapa bagian utama:

1. Serabut otot (myofibril) – bagian utama yang memberi tekstur padat, tersusun dari protein kontraktil seperti aktin dan miosin (Lawrie & Ledward, 2014).
2. Jaringan ikat (kolagen dan elastin) – menentukan tingkat kekenyalan; jumlah kolagen meningkat seiring umur hewan (Toldrá, 2017).
3. Lemak intramuskular (marbling) – berfungsi sebagai cadangan energi dan memberikan rasa gurih (Pereira & Vicente, 2013).
4. Air dan mineral – menjaga keseimbangan osmotik dan kesegaran daging.
5. Menurut Jaturasitha et al. (2008), kombinasi antara struktur otot dan lemak sangat memengaruhi kualitas sensori, terutama rasa dan kelembutan.

2.2.3 Faktor yang Memengaruhi Kualitas Daging

Kualitas daging dipengaruhi oleh:

1. Spesies dan genetik hewan – menentukan profil asam lemak dan jenis serabut otot (Wood et al., 2008).
2. Pakan dan manajemen pemeliharaan – memengaruhi kadar PUFA dan vitamin dalam jaringan (Pereira & Vicente, 2013).
3. Umur dan jenis kelamin – hewan muda memiliki kolagen yang lebih lunak.
4. Penanganan pasca pemotongan – memengaruhi pH, warna, dan kadar air (Lawrie & Ledward, 2014).

5. Semua faktor ini berperan penting dalam menghasilkan daging dengan mutu tinggi dan kandungan gizi optimal.

2.3 Karakteristik Fisik Dan Komposisi Kimia Berbagai Jenis Daging Tinjauan Umum Tentang Daging

2.3.1 Daging Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*)

Secara keseluruhan, 100 gram daging ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) mengandung protein tinggi (18,2 g), lemak sedang (8,1 g), air (74 g), fosfor (190 mg), dan zat besi (1,2 mg). Asam lemak dominan adalah oleat, palmitat, dan linoleat, dengan senyawa volatil alami berupa aldehid, keton, amina, dan ester yang memberi aroma gurih khas. Warna dagingnya putih kekuningan, bertekstur kenyal dan padat, serta memiliki aroma segar alami. Kandungan asam amino esensial lengkap, vitamin B kompleks, dan mineral membuat daging ayam kampung bernilai gizi tinggi dan lebih sehat dibanding ayam broiler.

1. Karakteristik Fisik

Daging ayam kampung umumnya memiliki ukuran potongan yang relatif lebih kecil apabila dibandingkan dengan ayam pedaging komersial (broiler), seiring dengan ukuran tubuh ayam kampung yang cenderung lebih kecil. Struktur dagingnya lebih kompak dan elastis, yang berkaitan dengan aktivitas fisik ayam kampung yang lebih tinggi sehingga jaringan otot berkembang lebih optimal dan matang. Oleh karena itu, daging ayam kampung sering dilaporkan memiliki karakteristik tekstur yang lebih

kenyal, cukup empuk, serta tidak mudah hancur selama proses pemasakan.

Karakteristik warna daging ayam kampung menunjukkan variasi tertentu, namun pada kondisi segar umumnya tampak berwarna putih hingga putih kekuningan. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa daging ayam kampung segar memiliki warna putih cerah dengan sedikit nuansa kuning atau putih pucat kekuningan. Selain itu, daging ayam kampung segar memiliki aroma yang khas dan relatif lebih segar, tanpa bau anyir maupun tengik, terutama apabila proses penyembelihan dan penanganan dilakukan secara tepat.

Secara umum, karakteristik tersebut memberikan kesan bahwa daging ayam kampung terasa "gurih" dan memiliki tekstur otot yang lebih kuat dibanding ayam broiler.

2. Komposisi kimia

Berikut rincian komposisi kimia untuk 100 gram daging ayam kampung (mentah) menurut data gizi yang dikompilasi oleh Alodokter (2024) dan BSN (SNI 3924:2009):

- a. Air: Sekitar 74 gram per 100 gram daging ayam kampung mentah.
- b. Protein: Sekitar 18,2 gram per 100 gram.
- c. Lemak: Sekitar 8,1 gram per 100 gram.
- d. Kalsium: ± 11 mg per 100 gram.
- e. Fosfor: ± 190 mg per 100 gram.
- f. Zat besi: $\pm 1,2$ mg per 100 gram.

- g. Vitamin-vitamin: Daging ayam kampung juga mengandung vitamin B1, B6, B12 dan dilaporkan juga asam lemak omega-3 dalam jumlah kecil.
- h. Asam amino (protein turunan):
Meskipun data spesifik untuk ayam kampung sangat terbatas, diketahui bahwa daging unggas seperti ayam mengandung semua asam amino esensial — misalnya lysin, metionin, leusin, isoleusin, valin, treonin, fenilalanin + tirosin dengan kualitas protein yang tinggi.
- i. Asam lemak (lipid):
Data kuantitatif spesifik asam lemak (misalnya omega-3 vs omega-6, lemak jenuh, tak jenuh) untuk ayam kampung sulit ditemukan secara terbuka. Sebuah artikel menyebut ayam kampung “lemak total 9 gram, lemak jenuh 2,4 gram per 100 gram.
- j. Vitamin
Menurut Alodokter (2024) dan Winarno (2008, Kimia Pangan dan Gizi), 100 gram daging ayam kampung mengandung:
 - 1) Vitamin B1 (tiamin): $\pm 0,07$ mg
 - 2) Vitamin B6 (piridoksin): $\pm 0,52$ mg
 - 3) Vitamin B12 (kobalamin): $\pm 0,3$ μ g
 - 4) Vitamin A: ± 810 IU
 - 5) Vitamin E: $\pm 0,3$ mg
 - 6) Vitamin kelompok B memiliki peran esensial dalam proses metabolisme energi serta sintesis sel darah merah, sementara vitamin A dan vitamin E

berfungsi dalam sistem pertahanan antioksidan tubuh

k. Mineral

Menurut data Tabel Komposisi Pangan Indonesia (Kemenkes RI, 2018):

- 1) Kalsium (Ca): ± 11 mg
- 2) Fosfor (P): ± 190 mg
- 3) Zat besi (Fe): $\pm 1,2$ mg
- 4) Natrium (Na): ± 70 mg
- 5) Kalium (K): ± 250 mg
- 6) Magnesium (Mg): ± 25 mg
- 7) Seng (Zn): $\pm 1,0$ mg
- 8) Mineral-mineral tersebut mendukung fungsi otot, sistem saraf, serta pembentukan enzim dan hemoglobin (Winarno, 2008).

2.3.2 Daging Ayam Broiler

Ayam broiler adalah jenis unggas pedaging yang dikembangkan melalui persilangan berbagai ras ayam domestik dengan penerapan seleksi genetik intensif untuk memperoleh laju pertumbuhan yang tinggi, dan secara taksonomi diklasifikasikan ke dalam spesies *Gallus gallus domesticus* (Soeparno, 2011). Broiler dibudidayakan secara intensif untuk menghasilkan otot dada dan paha yang besar, dengan pertumbuhan mencapai bobot potong hanya dalam 5–7 minggu (Kementerian Pertanian RI, 2022).

Secara keseluruhan, 100 gram daging ayam broiler mentah (*Gallus gallus domesticus*) mengandung sekitar 74 g air, 20,4 g protein, dan 8–9 g lemak, dengan profil lipid yang

didominasi oleh asam oleat, linoleat, dan palmitat. Karena tingginya kadar asam lemak tak jenuh, daging ini mudah mengalami oksidasi yang menghasilkan senyawa volatil seperti aldehid, keton, ester, dan amina yang memengaruhi aroma. Teksturnya lembut dan empuk, warnanya putih pucat kekuningan, dan aromanya ringan khas ayam segar. Kandungan asam amino esensial lengkap, vitamin B kompleks, serta mineral penting seperti Fe, P, dan K menjadikannya sumber protein hewani yang bernilai gizi tinggi.

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara morfologi, daging ayam broiler memiliki bentuk potongan besar, tebal, dan berwarna putih pucat hingga kekuningan tergantung pakan dan kadar pigmen xantofil (Soeparno, 2011). Teksturnya lebih lunak dan empuk dibanding ayam kampung karena jaringan ototnya memiliki serat yang lebih pendek dan kadar kolagen yang rendah (Astuti et al., 2019). Warna otot dada biasanya lebih cerah ($L > 50$)* akibat kandungan mioglobin yang rendah, sedangkan bagian paha lebih kemerahan karena aktivitas otot yang lebih tinggi (Nuraini et al., 2020).

Aroma daging broiler segar cenderung netral dan ringan, namun pada kondisi penyimpanan yang buruk dapat muncul bau tengik akibat oksidasi lipid. Oksidasi ini menghasilkan senyawa volatil seperti hexanal, heptanal, nonanal, dan 1-octen-3-ol yang berasal dari degradasi asam lemak tak jenuh (Chen et al., 2022; *Frontiers in Physiology*, 2022).

2. Komposisi Kimia (per 100 gram daging ayam broiler mentah)

a. Komponen Proksimat

Daging ayam broiler mentah mengandung air sekitar 74 gram, protein 20,4 gram, lemak 8–9 gram, dan abu $\pm$ 1 gram (Soeparno, 2011). Kandungan karbohidrat hampir nol karena daging tidak menyimpan glikogen dalam jumlah signifikan setelah penyembelihan (Winarno, 2008).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Profil asam lemak daging ayam broiler didominasi oleh asam oleat (C18:1 n-9) sekitar 28–30 %, asam linoleat (C18:2 n-6) sekitar 25–30 %, dan asam palmitat (C16:0) sekitar 20–22 % dari total lipid (Mulyantini et al., 2013; *Frontiers in Veterinary Science*, 2022). Fraksi lemak tak jenuh ganda (PUFA) pada ayam broiler lebih tinggi dibanding ayam kampung karena pakan kaya minyak nabati, menjadikannya lebih rentan terhadap oksidasi (Soeparno, 2011).

Selain itu, hasil penelitian *Fatty Acid Profile and Volatile Organic Compound Changes in Chicken Breast Meat* menunjukkan bahwa pada ayam broiler terdapat juga asam stearat (C18:0) sebesar 6–8 %, asam palmitoleat (C16:1) sekitar 3 %, serta jejak asam arakidonat (C20:4 n-6) yang penting bagi pembentukan membran sel (Zhang et al., 2022).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Volatil: Keton, Amina, Ester, Eter)

Daging ayam broiler dikenal mengandung berbagai senyawa volatil organik (volatile organic compounds/VOC) yang terbentuk akibat reaksi oksidasi lipid, degradasi asam amino, dan reaksi Maillard selama penyimpanan atau pemasakan. Senyawa-senyawa ini berperan penting dalam pembentukan aroma khas ayam, baik yang segar maupun yang dimasak (Mottram, 1998 dalam Soeparno, 2011).

d. Protein dan Asam Amino

Kandungan proteinnya tinggi, yaitu sekitar 20–21 gram per 100 gram daging mentah, terdiri atas asam amino esensial lengkap. Analisis FAO (2011) menunjukkan bahwa komposisi asam amino utama pada daging ayam adalah: lisin (8,0 %), leusin (7,4 %), valin (5,2 %), isoleusin (4,5 %), treonin (4,1 %), fenilalanin + tirosin (7,1 %), metionin (2,7 %), dan triptofan (1,1 %) dari total nitrogen protein.

Asam amino tersebut menjadikan daging ayam broiler sebagai sumber protein hewani berkualitas tinggi dengan nilai biologi di atas 80 % (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), 100 gram daging ayam broiler mentah mengandung:

- 1) Vitamin B1 (tiamin) $\approx 0,07$ mg
- 2) Vitamin B6 (piridoksin) $\approx 0,5$ mg
- 3) Vitamin B12 (kobalamin) $\approx 0,3$ µg
- 4) Niasin (B3) $\approx 9,8$ mg
- 5) Vitamin A (retinol) ≈ 18 µg

- 6) Vitamin E (tokoferol) $\approx 0,3$ mg
 - 7) Vitamin B kompleks berperan dalam metabolisme energi dan sintesis eritrosit, sedangkan vitamin A dan E berfungsi sebagai antioksidan yang mencegah oksidasi lipid (Winarno, 2008).
- f. Mineral
- Menurut Tabel Komposisi Pangan Indonesia (Kemenkes RI, 2018), kandungan mineral dalam 100 gram daging ayam broiler adalah:
- Kalsium (Ca) ≈ 12 mg
- 1) Fosfor (P) ≈ 200 mg
 - 2) Zat Besi (Fe) $\approx 1,3$ mg
 - 3) Natrium (Na) ≈ 70 mg
 - 4) Kalium (K) ≈ 250 mg
 - 5) Magnesium (Mg) ≈ 24 mg
 - 6) Seng (Zn) $\approx 1,0$ mg
 - 7) Mineral-mineral tersebut mendukung fungsi saraf, kontraksi otot, serta pembentukan hemoglobin dan enzim oksidatif (Winarno, 2008)

2.3.3 Ayam Kalkun

Ayam kalkun merupakan unggas besar yang berasal dari Amerika Utara, dengan nama latin *Meleagris gallopavo domesticus* (Soeparno, 2011). Spesies ini termasuk keluarga Phasianidae yang masih satu kerabat dengan ayam dan burung pegas.

Secara keseluruhan, 100 gram daging kalkun (*Meleagris gallopavo domesticus*) mengandung sekitar 74,5 g air, 21,6 g protein, dan 7,4 g lemak. Asam lemak dominannya adalah

oleat, linoleat, dan palmitat, disertai asam stearat dan linolenat dalam jumlah kecil. Selama pemasakan, lemak tak jenuh pada kalkun menghasilkan senyawa volatil seperti 2-heptanone, diacetyl, trimethylamine, ethyl acetate, dan furfuryl ether, yang berkontribusi pada aroma gurih dan sedikit manis.

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging kalkun memiliki bentuk serat otot panjang dan tebal, terutama pada bagian dada yang sering disebut "white meat". Otot dada didominasi oleh serat tipe IIB yang cepat berkontraksi namun mudah lelah, menghasilkan tekstur daging yang lembut dan empuk (Soeparno, 2011).

Warna daging kalkun bervariasi dari putih ke merah muda pucat pada bagian dada hingga merah keunguan pada bagian paha, tergantung kadar mioglobin (Astuti et al., 2019). Daging mentah kalkun segar memiliki aroma netral dan ringan, berbeda dengan aroma "ayam kampung" yang lebih gurih, bertekstur lembut, berwarna putih hingga kemerahan, dan memiliki rasa ringan.. Selama pemanasan, kalkun menghasilkan aroma daging khas akibat terbentuknya senyawa volatil dari oksidasi lemak dan degradasi asam amino (Mottram, 1998 dalam Winarno, 2008).

2. Komposisi Kimia (per 100 gram daging kalkun mentah)

a. Komponen Proksimat

Berdasarkan data Food Composition Table for Turkey Meat (FAO, 2011):

- 1) Air: 74,5 g
 - 2) Protein: 21,6 g
 - 3) Lemak total: 7,4 g
 - 4) Abu: 1,0 g
 - 5) Karbohidrat: 0 g (tidak signifikan)
 - 6) Kandungan air yang tinggi menyebabkan daging kalkun memiliki tekstur lembut dan mudah kehilangan massa selama pemasakan (Soeparno, 2011).
- b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)
- Komposisi asam lemak kalkun sangat dipengaruhi oleh pakan, tetapi secara umum didominasi oleh asam oleat (C18:1 n-9) sebesar 33–36 %, asam linoleat (C18:2 n-6) sebesar 23–26 %, dan asam palmitat (C16:0) sekitar 22–24 % dari total lemak (Milićević et al., 2014, Meat Science Journal).
- Asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) seperti asam linolenat (C18:3 n-3) dan arakidonat (C20:4 n-6) ditemukan dalam proporsi kecil (sekitar 2–4%) namun berperan penting dalam pembentukan senyawa aroma (FAO, 2011).
- Lemak kalkun juga mengandung asam stearat (C18:0) $\pm 7\%$, serta jejak asam miristat (C14:0) dan asam palmitoleat (C16:1). Kandungan MUFA dan PUFA yang tinggi membuat daging kalkun lebih mudah mengalami oksidasi lipid dibanding daging sapi (Soeparno, 2011).
- c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Selama proses pemasakan, oksidasi lipid dan reaksi Maillard membentuk berbagai senyawa volatil yang memengaruhi aroma khas kalkun. Menurut penelitian oleh Machiels et al. (2003, *Meat Science Journal*), senyawa volatil utama pada daging kalkun meliputi:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 2-heptanone, dan 3-hydroxy-2-butanone yang memberi aroma buttery, creamy, dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine dan dimethylamine, yang dapat muncul pada penyimpanan lama dan menyebabkan bau amis (Setyaningsih & Wibowo, 2017).
- 3) Ester: ethyl acetate, ethyl butanoate, dan methyl propionate yang memberikan aroma fruity dan floral ringan.
- 4) Eter dan furan-eter: furfuryl ether dan 2-butoxyethanol yang terbentuk dari degradasi lipid dan memberi aroma caramel-like (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

Konsentrasi total senyawa volatil pada daging kalkun matang berkisar antara 0,2–0,8 mg/kg, tergantung suhu pemasakan dan kadar lemak awal (Machiels et al., 2003).

d. Protein dan Asam Amino

Daging kalkun mengandung 21,6 g protein per 100 g, dengan asam amino esensial yang lengkap. Berdasarkan data FAO (2011):

- 1) Lisin: 8,2 %

- 2) Leusin: 7,6 %
- 3) Valin: 5,3 %
- 4) Isoleusin: 4,2 %
- 5) Metionin: 2,5 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,0 %
- 7) Treonin: 4,1 %
- 8) Triptofan: 1,2 %

Proporsi asam amino ini menjadikan kalkun sebagai sumber protein hewani bernilai biologi tinggi dengan pencernaan di atas 90 % (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), setiap 100 gram daging kalkun mentah mengandung:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,07 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,23 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 8,0 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,65 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 0,5 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 13 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,2 mg
- 8) Vitamin B-kompleks mendukung metabolisme energi dan fungsi saraf, sedangkan vitamin E berperan sebagai antioksidan alami untuk mencegah oksidasi asam lemak (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Tabel Komposisi Pangan FAO (2011), kandungan mineral dalam 100 gram daging kalkun adalah:

- 1) Kalsium (Ca): 11 mg

- 2) Fosfor (P): 190 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 1,4 mg
- 4) Kalium (K): 250 mg
- 5) Natrium (Na): 68 mg
- 6) Magnesium (Mg): 25 mg
- 7) Seng (Zn): 1,3 mg

Mineral-mineral tersebut berperan dalam pembentukan enzim, sistem saraf, dan fungsi otot (Soeparno, 2011).

2.3.4 Bebek Pegagan

Bebek Pegagan merupakan salah satu plasma nutfah unggas lokal Indonesia yang berasal dari Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. Secara taksonomi, bebek ini termasuk dalam spesies *Anas platyrhynchos domesticus*, yang merupakan turunan domestik dari bebek liar *Anas platyrhynchos* (Sutiyono et al., 2016). Bebek Pegagan dikenal sebagai bebek dwiguna karena dimanfaatkan baik sebagai penghasil telur maupun daging, dengan tingkat adaptasi tinggi terhadap lingkungan rawa dan produktivitas telur sekitar 180–200 butir per tahun (Dirjen Peternakan, 2019).

Daging bebek Pegagan (*Anas platyrhynchos domesticus*) memiliki tekstur empuk, warna merah gelap, dan aroma gurih khas akibat kandungan lemak tak jenuh tinggi. Dalam 100 gram daging mentah terkandung sekitar 72 g air, 20 g protein, 8 g lemak, serta mineral seperti Fe 2,1 mg dan P 200 mg. Asam lemak dominannya adalah oleat, linoleat, dan palmitat, disertai senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, dan trimethylamine yang menghasilkan aroma khas saat dimasak.

Kandungan vitamin B-kompleks dan E yang cukup tinggi serta asam amino esensial lengkap menjadikan daging Pegagan bernilai gizi tinggi dan cocok sebagai sumber protein hewani berkualitas (Soeparno, 2011; Hidayat et al., 2020).

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Daging bebek Pegagan memiliki serat otot yang halus, sedikit lebih tebal daripada ayam kampung, dan mengandung lebih banyak jaringan lemak intramuskular. Teksturnya empuk karena ukuran serat otot yang lebih pendek dan kandungan kolagen yang relatif rendah (Soeparno, 2011).

Warna daging Pegagan umumnya merah gelap hingga coklat kemerahan. Warna ini berasal dari tingginya kadar mioglobin dan aktivitas otot akibat pola hidup semi-liar di daerah rawa (Susanti et al., 2018).

Aroma khas daging bebek Pegagan disebabkan oleh lemak bebek yang kaya asam lemak tak jenuh. Saat dipanaskan, oksidasi lipid dan reaksi Maillard menghasilkan senyawa volatil seperti nonanal, hexanal, 2,3-butanedione, dan trimethylamine, yang memberi aroma khas bebek: gurih dan berminyak (Winarno, 2008; Setyaningsih & Wibowo, 2017).

2. Komposisi Kimia (per 100 gram daging bebek Pegagan mentah)

a. Komponen Proksimat

Berdasarkan data penelitian daging bebek lokal Indonesia (termasuk Pegagan dan Tegal) oleh Hidayat et al. (2020) serta rujukan Soeparno (2011):

- 1) Air: 72 – 73 g
- 2) Protein: 19 – 20 g
- 3) Lemak total: 7 – 8 g
- 4) Abu: 1,1 g
- 5) Karbohidrat: $\approx$ 0 g

Tingginya kadar air dan protein menjadikan daging Pegagan lembut serta mudah kehilangan cairan selama pemasakan.

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Profil asam lemak daging bebek Pegagan mirip dengan bebek pedaging lain tetapi memiliki proporsi asam lemak tak jenuh (PUFA) yang lebih tinggi karena sistem pemeliharaan ekstensif (Riyanto et al., 2021).

Komposisi rata-rata per 100 g lemak:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 34 – 36 %
- 2) Asam linoleat (C18:2 n-6): 23 – 25 %
- 3) Asam palmitat (C16:0): 22 – 23 %
- 4) Asam stearat (C18:0): 6 – 8 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1 – 2 %

Kombinasi ini menjadikan daging Pegagan mengandung lemak tak jenuh > 60 %, yang bermanfaat untuk kesehatan kardiovaskular (Hidayat *et al.*, 2020).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Selama proses pemanasan, asam lemak tak jenuh pada daging bebek Pegagan teroksidasi menghasilkan senyawa volatil kompleks. Berdasarkan studi Meat Science oleh Machiels et al. (2003) dan

penelitian Setyaningsih & Wibowo (2017), senyawa dominan pada daging bebek mencakup:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone yang memberikan aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina: trimethylamine dan dimethylamine yang dapat muncul dari dekarboksilasi asam amino saat penyimpanan, beraroma amis khas bebek.
- 3) Ester: ethyl acetate dan methyl butanoate yang memberi aroma fruity ringan.
- 4) Eter dan furan-eter: furfuryl ether dan 2-butoxyethanol yang muncul akibat reaksi Maillard lanjutan dan memberikan aroma karamel lembut.

Total senyawa volatil daging bebek Pegagan matang berkisar 0,3 – 0,9 mg/kg, tergantung metode masak (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Kandungan protein total per 100 g mencapai $\pm$ 20 g dengan asam amino esensial lengkap. Menurut FAO (2011) dan data unggas air lokal (Riyanto et al., 2021):

- 1) Lisin: 8,0 %
- 2) Leusin: 7,5 %
- 3) Valin: 5,1 %
- 4) Isoleusin: 4,3 %
- 5) Metionin: 2,6 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,1 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,1 %

Komposisi ini menunjukkan kualitas protein tinggi dan nilai biologis > 80 % (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Berdasarkan Winarno (2008) dan data Kementan (2019):

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,07 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,22 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 6,5 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,55 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 0,4 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 16 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,25 mg

Vitamin B-kompleks mendukung metabolisme energi dan pembentukan eritrosit, sedangkan vitamin E berfungsi sebagai antioksidan alami untuk menekan oksidasi lipid (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011) dan hasil analisis daging bebek lokal oleh Hidayat et al. (2020):

- 1) Kalsium (Ca): 13 mg
- 2) Fosfor (P): 200 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,1 mg
- 4) Kalium (K): 270 mg
- 5) Natrium (Na): 75 mg
- 6) Magnesium (Mg): 26 mg
- 7) Seng (Zn): 1,4 mg

Kandungan Fe dan Zn daging bebek Pegagan lebih tinggi dibanding ayam, menjadikannya sumber mineral penting untuk mencegah anemia (Riyanto et al., 2021).

2.3.5 Bebek Serati

Bebek Serati adalah hasil persilangan antara bebek jantan Muscovy (*Cairina moschata*) dan bebek betina lokal atau Peking (*Anas platyrhynchos domesticus*), sehingga sering disebut "Mule duck" atau "Itik Serati" dalam literatur Indonesia (Sutiyono et al., 2016). Secara taksonomi, bebek Muscovy sendiri berasal dari genus *Cairina*, yang berbeda dengan genus *Anas* pada bebek Peking. Bebek Serati memiliki keunggulan pertumbuhan cepat dan efisiensi pakan tinggi, dengan kualitas daging yang lebih merah, lebih rendah lemak, dan rasa yang lebih gurih (Soeparno, 2011).

Secara keseluruhan, 100 gram daging bebek Serati (*Cairina moschata* × *Anas platyrhynchos domesticus*) mengandung sekitar 72,3 g air, 20,5 g protein, dan 6,8 g lemak. Asam lemak dominan adalah oleat (35 %), linoleat (23 %), dan palmitat (22 %). Ketika dimasak, lemak ini menghasilkan senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, trimethylamine, ethyl acetate, dan furfuryl ether yang memberikan aroma khas gurih-manis bebek panggang. Daging Serati memiliki warna merah keunguan, tekstur lembut, dan aroma netral-gurih, serta mengandung vitamin B kompleks, zat besi, fosfor, dan seng dalam jumlah tinggi.

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Daging bebek Pegagan memiliki serat otot yang halus, sedikit lebih tebal daripada ayam kampung, dan mengandung lebih banyak jaringan lemak intramuskular. Teksturnya lebih empuk dibanding bebek lokal lain, karena ukuran serat otot yang lebih pendek dan kandungan kolagen yang relatif rendah (Soeparno, 2011).

Warna daging Pegagan umumnya merah gelap hingga coklat kemerahan dengan nilai L^* (tingkat kecerahan) lebih rendah dibanding ayam broiler. Warna ini berasal dari tingginya kadar mioglobin dan aktivitas otot akibat pola hidup semi-liar di daerah rawa (Susanti et al., 2018).

Aroma khas daging bebek Pegagan disebabkan oleh lemak bebek yang kaya asam lemak tak jenuh. Saat dipanaskan, oksidasi lipid dan reaksi Maillard menghasilkan senyawa volatil seperti nonanal, hexanal, 2,3-butanedione, dan trimethylamine, yang memberi aroma khas bebek: gurih, sedikit "gamey", dan berminyak (Winarno, 2008; Setyaningsih & Wibowo, 2017).

2. Komposisi Kimia (per 100 gram daging bebek Pegagan mentah)

a. Komponen Proksimat

Berdasarkan data penelitian daging bebek lokal Indonesia (termasuk Pegagan dan Tegal) oleh Hidayat et al. (2020) serta rujukan Soeparno (2011):

1) Air: 72 – 73 g

- 2) Protein: 19 – 20 g
- 3) Lemak total: 7 – 8 g
- 4) Abu: 1,1 g
- 5) Karbohidrat: $\approx$ 0 g

Tingginya kadar air dan protein menjadikan daging Pegagan lembut serta mudah kehilangan cairan selama pemasakan.

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Profil asam lemak daging bebek Pegagan mirip dengan bebek pedaging lain tetapi memiliki proporsi asam lemak tak jenuh (PUFA) yang lebih tinggi karena sistem pemeliharaan ekstensif (Riyanto et al., 2021).

- 1) Komposisi rata-rata per 100 g lemak:
- 2) Asam oleat (C18:1 n-9): 34 – 36 %
- 3) Asam linoleat (C18:2 n-6): 23 – 25 %
- 4) Asam palmitat (C16:0): 22 – 23 %
- 5) Asam stearat (C18:0): 6 – 8 %
- 6) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1 – 2 %

Kombinasi ini menjadikan daging Pegagan mengandung lemak tak jenuh > 60 %, yang bermanfaat untuk kesehatan kardiovaskular (Hidayat et al., 2020).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Selama proses pemanasan, asam lemak tak jenuh pada daging bebek Pegagan teroksidasi menghasilkan senyawa volatil kompleks. Berdasarkan studi Meat Science oleh Machiels et al. (2003) dan

penelitian Setyaningsih & Wibowo (2017), senyawa dominan pada daging bebek mencakup:

Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone yang memberikan aroma buttery dan roasted.

- 1) Amina: trimethylamine dan dimethylamine yang dapat muncul dari dekarboksilasi asam amino saat penyimpanan, beraroma amis khas bebek.
- 2) Ester: ethyl acetate dan methyl butanoate yang memberi aroma fruity ringan.
- 3) Eter dan furan-eter: furfuryl ether dan 2-butoxyethanol yang muncul akibat reaksi Maillard lanjutan dan memberikan aroma karamel lembut.

Total senyawa volatil daging bebek Pegagan matang berkisar 0,3 – 0,9 mg/kg, tergantung metode masak (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Kandungan protein total per 100 g mencapai $\pm$ 20 g dengan asam amino esensial lengkap. Menurut FAO (2011) dan data unggas air lokal (Riyanto et al., 2021):

- 1) Lisin: 80 %
- 2) Leusin: 7,5 %
- 3) Valin: 5,1 %
- 4) Isoleusin: 4,3 %
- 5) Metionin: 2,6 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,1 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,1 %

Komposisi ini menunjukkan kualitas protein tinggi dan nilai biologis > 80 % (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Berdasarkan Winarno (2008) dan data Kementan (2019):

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,07 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,22 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 6,5 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,55 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 0,4 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 16 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,25 mg

Vitamin B-kompleks mendukung metabolisme energi dan pembentukan eritrosit, sedangkan vitamin E berfungsi sebagai antioksidan alami untuk menekan oksidasi lipid (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011) dan hasil analisis daging bebek lokal oleh Hidayat et al. (2020):

- 1) Kalsium (Ca): 13 mg
- 2) Fosfor (P): 200 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,1 mg
- 4) Kalium (K): 270 mg
- 5) Natrium (Na): 75 mg
- 6) Magnesium (Mg): 26 mg
- 7) Seng (Zn): 1,4 mg

Kandungan Fe dan Zn daging bebek Pegagan lebih tinggi dibanding ayam, menjadikannya sumber mineral penting untuk mencegah anemia (Riyanto et al., 2021).

2.3.6 Sapi Limosin

Sapi Limosin merupakan salah satu bangsa sapi potong unggulan asal Prancis dengan nama ilmiah *Bos taurus* (FAO, 2011). Ras ini termasuk dalam kelompok sapi beef cattle dengan karakteristik otot besar, pertumbuhan cepat, efisiensi pakan tinggi, dan persentase karkas mencapai 63–67% (Kementerian Pertanian RI, 2019). Sapi Limosin banyak digunakan dalam program penggemukan di Indonesia karena kualitas dagingnya yang empuk, rendah lemak, dan tinggi protein (Soeparno, 2011).

Daging sapi Limosin (*Bos taurus*) berwarna merah terang, bertekstur empuk, dan memiliki aroma gurih yang kuat setelah dimasak. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 21,3 g protein, 6,2 g lemak, dan air sekitar 72 g. Profil asam lemaknya didominasi oleat, palmitat, dan stearat, dengan total lemak tak jenuh sekitar 50 %. Senyawa volatil hasil pemasakan seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, dan furfuryl ether memberikan aroma khas daging premium. Daging ini juga kaya asam amino esensial lengkap, vitamin B kompleks, serta mineral Fe, Zn, dan P yang penting untuk fungsi otot, darah, dan sistem metabolik.

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging sapi Limosin memiliki bentuk potongan besar, serat otot panjang, dan distribusi lemak intramuskular (marbling) halus. Teksturnya empuk dan

padat karena struktur serat otot yang kompak serta kandungan kolagen yang rendah dibanding sapi lokal (Astuti et al., 2019).

Warna daging segar umumnya merah terang hingga merah kecoklatan, dengan nilai kecerahan (L value) sekitar 42–45 dan saturasi warna (a value) 18–20 (Muhlisin et al., 2014). Warna tersebut dipengaruhi oleh kandungan mioglobin sekitar 5–6 mg/g otot, yang berfungsi mengikat oksigen dan memberi rona merah alami (Soeparno, 2011).

Aroma khas daging sapi Limosin muncul ketika dimasak, berasal dari kombinasi reaksi Maillard antara asam amino dan gula reduksi serta oksidasi lemak tak jenuh. Senyawa volatil yang dihasilkan antara lain hexanal, nonanal, 2,3-butanedione, dan 2,5-dimethylpyrazine, memberikan aroma gurih, panggang, dan karamel khas daging sapi premium (Mottram, 1998 dalam Food Chemistry; Machiels et al., 2003).

2. Komposisi Kimia (per 100 gram daging sapi Limosin mentah)

a. Komponen Proksimat

Menurut Soeparno (2011), daging sapi Limosin tanpa lemak (lean) memiliki rata-rata komposisi:

- 1) Air: 72,0 g
- 2) Protein: 21,3 g
- 3) Lemak total: 6,2 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan protein yang tinggi dan kadar lemak moderat menjadikan daging ini bernilai gizi tinggi dan rendah kolesterol dibanding sapi Brahman atau PO (Peranakan Ongole) (Soeparno, 2011; Winarno, 2008).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Komposisi asam lemak daging sapi Limosin dipengaruhi oleh pakan dan umur potong. Berdasarkan penelitian oleh Realini et al. (2004) dalam Meat Science dan Noci et al. (2007) dalam Journal of Animal Science:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 39–41 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 25–27 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 13–15 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 4–6 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1–2 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2–3 %

Lemak daging sapi Limosin mengandung proporsi asam lemak tak jenuh (MUFA+PUFA) sekitar 45–50 %, yang lebih tinggi daripada sapi lokal Indonesia, sehingga rasanya lebih lembut dan aromanya lebih kaya (Realini et al., 2004).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Saat pemasakan, asam lemak jenuh dan tak jenuh mengalami oksidasi serta interaksi dengan asam amino menghasilkan berbagai senyawa volatil. Menurut Machiels et al. (2003) dan Elmore et al. (2002) dalam *Food Chemistry*.

- 1) Keton: 2,3-butanedione (*diacetyl*), 3-hydroxy-2-butanone (*acetoin*), dan 2-heptanone — memberi aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine dan pyridine — berperan dalam aroma panggangan yang intens.
- 3) Ester: ethyl acetate, methyl butanoate, dan ethyl hexanoate — berkontribusi pada aroma manis-fruity ringan.
- 4) Eter dan furan-eter: furfuryl ether dan 2-butoxyethanol — memberikan aroma karamel, roasted, dan “meaty” (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

Konsentrasi total senyawa volatil dalam daging sapi Limosin matang mencapai 1,0–1,5 mg/kg, tergantung suhu pemanggangan dan tingkat marbling (Mottram, 1998).

d. Protein dan Asam Amino

Protein daging sapi Limosin memiliki nilai biologis tinggi (BV > 85%) dan kaya asam amino esensial. Berdasarkan FAO (2011) dan data Meat Science Journal (Realini et al., 2004):

- 1) Lisin: 8,2 %
- 2) Leusin: 7,6 %
- 3) Valin: 5,4 %
- 4) Isoleusin: 4,2 %
- 5) Metionin: 2,6 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,0 %
- 7) Treonin: 4,1 %
- 8) Triptofan: 1,1 %

Kandungan lisin dan leusin tinggi menjadikan daging sapi Limosin penting bagi pertumbuhan otot dan perbaikan jaringan tubuh (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), 100 gram daging sapi Limosin mentah mengandung:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,06 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,20 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 5,8 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,52 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,4 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 8 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,2 mg

Vitamin B kompleks mendukung metabolisme energi dan pembentukan eritrosit, sementara vitamin E berfungsi sebagai antioksidan alami untuk melindungi asam lemak tak jenuh dari oksidasi (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011) dan FAO (2011), kandungan mineral daging sapi Limosin per 100 g adalah:

- 1) Kalsium (Ca): 12 mg
- 2) Fosfor (P): 200 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,5 mg
- 4) Kalium (K): 320 mg
- 5) Natrium (Na): 72 mg
- 6) Magnesium (Mg): 24 mg
- 7) Seng (Zn): 4,1 mg

Daging sapi Limosin merupakan sumber zat besi heme yang mudah diserap tubuh dan penting dalam pembentukan hemoglobin, serta kaya seng yang berperan dalam sistem imun dan metabolisme protein (FAO, 2013; Winarno, 2008).

2.3.7 Sapi Brahman

Sapi Brahman atau sering disebut Brahma cattle merupakan keturunan dari *Bos indicus*, yaitu sapi zebu yang berasal dari India dan kemudian dikembangkan di Amerika Serikat untuk tujuan komersial (FAO, 2011). Ciri khasnya adalah punuk besar di atas bahu, telinga panjang menggantung, serta daya tahan tinggi terhadap panas dan parasit. Ras ini banyak digunakan di Indonesia sebagai sapi potong karena laju pertumbuhan yang baik dan efisiensi pakan tinggi (Kementerian Pertanian RI, 2019).

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Daging sapi Brahman memiliki serat otot yang kasar dan panjang dengan lapisan lemak subkutan yang tipis. Teksturnya cenderung lebih kenyal dan sedikit keras dibanding sapi Limosin atau Angus, akibat kandungan kolagen dan serat ikat yang lebih tinggi (Soeparno, 2011).

Warna daging sapi Brahman merah cerah ke cokelatan, tergantung umur pemotongan dan kadar mioglobin otot, dengan nilai kecerahan (L value) sekitar 38–42 dan a value 17–18 (Astuti et al., 2019).

Aroma khas daging sapi Brahman muncul saat pemanasan melalui reaksi Maillard dan oksidasi lemak, menghasilkan senyawa volatil seperti hexanal, nonanal,

2,3-butanedione (*diacetyl*), dan 2,5-dimethylpyrazine, yang memberi aroma "*meaty*", "*roasted*", dan gurih (Mottram, 1998 dalam Food Chemistry; Machiels et al., 2003).

2. Komposisi Kimia Daging Sapi Brahman (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Menurut Soeparno (2011), rata-rata komposisi kimia daging sapi Brahman adalah:

- 1) Air: 73,1 g
- 2) Protein: 20,9 g
- 3) Lemak total: 5,8 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kadar protein yang tinggi dan lemak yang rendah membuat daging sapi Brahman ideal untuk diet rendah lemak dan tinggi protein (Soeparno, 2011).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Komposisi asam lemak daging sapi Brahman tergantung pada pakan, umur, dan lokasi otot. Berdasarkan penelitian oleh Realini et al. (2004) dan Noci et al. (2007) dalam Meat Science Journal, profil rata-rata asam lemak daging sapi Brahman adalah:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 38,0 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 26,5 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 14,5 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 5,2 %

5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1,3 %

6) Asam miristat (C14:0): 2,1 %

Daging sapi Brahman memiliki proporsi asam lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) sekitar 44–48 %, sedikit lebih rendah dari sapi Eropa seperti Limosin, tetapi lebih stabil terhadap oksidasi dan ketengikan (Realini et al., 2004).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Ketika daging sapi Brahman dimasak, oksidasi lemak dan degradasi asam amino menghasilkan senyawa volatil yang menentukan aroma khas daging sapi. Menurut Machiels et al. (2003) dan Elmore et al. (2002) dalam Food Chemistry:

Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), 2-heptanone → memberikan aroma buttery dan roasted.

1) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, dan 3-methylindole → memberi nuansa daging matang dan sedikit earthy.

2) Ester: ethyl acetate, methyl butanoate, ethyl hexanoate → menimbulkan aroma sweet fruity ringan.

3) Eter dan furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol → menambah aroma karamel dan roasted.

Total konsentrasi senyawa volatil pada daging sapi Brahman matang mencapai 1,0–1,4 mg/kg,

dengan keton dan aldehid mendominasi (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Daging sapi Brahman mengandung 20,9 g protein per 100 g, dengan asam amino esensial lengkap dan bernilai biologi tinggi (BV > 85%). Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), kandungannya meliputi:

- 1) Lisin: 8,1 %
- 2) Leusin: 7,5 %
- 3) Valin: 5,2 %
- 4) Isoleusin: 4,0 %
- 5) Metionin: 2,4 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,0 %
- 7) Treonin: 4,2 %
- 8) Triptofan: 1,0 %

Kandungan lisin yang tinggi berperan dalam pembentukan jaringan otot, sedangkan metionin membantu metabolisme lemak dan fungsi hati (Winarno, 2008).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin dalam 100 g daging sapi Brahman adalah:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,06 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,18 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 5,6 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,50 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,3 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 7 µg

7) Vitamin E (Tokoferol): 0,21 mg

Vitamin B kompleks berperan penting dalam metabolisme energi dan sistem saraf, sedangkan vitamin E berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi lipid dari oksidasi (Winarno, 2008).

f. Mineral

Daging sapi Brahman juga merupakan sumber mineral esensial dengan komposisi rata-rata (FAO, 2011; Soeparno, 2011):

1) Kalsium (Ca): 11 mg

2) Fosfor (P): 195 mg

3) Zat Besi (Fe): 2,4 mg

4) Kalium (K): 315 mg

5) Natrium (Na): 68 mg

6) Magnesium (Mg): 23 mg

7) Seng (Zn): 4,0 mg

Zat besi dalam bentuk heme iron lebih mudah diserap tubuh dibanding sumber nabati, sementara seng berperan penting dalam kekebalan dan pembentukan enzim (FAO, 2011).

3. Ringkasan Deskriptif

Daging sapi Brahman (*Bos indicus*) berwarna merah cerah dengan tekstur padat dan rasa gurih alami. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 73,1 g air, 20,9 g protein, dan 5,8 g lemak. Lemaknya kaya asam oleat (38%) dan palmitat (26%), dengan total lemak tak jenuh sekitar 45%. Selama pemasakan, daging ini menghasilkan senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, trimethylamine,

ethyl acetate, dan furfuryl ether yang memberi aroma roasted dan karamel khas daging sapi premium. Kandungan vitamin B kompleks dan mineral Fe, Zn, P menjadikan daging sapi Brahman bergizi tinggi, bermanfaat untuk pertumbuhan otot dan sistem saraf, serta berkontribusi pada metabolisme energi tubuh.

2.3.8 Sapi Limosin

Sapi Limosin atau Limousin cattle merupakan ras sapi potong asal Prancis dengan nama ilmiah *Bos taurus* (FAO, 2013). Ras ini termasuk dalam kategori beef-type cattle yang terkenal karena efisiensi pakan tinggi, pertumbuhan cepat, serta persentase karkas besar (63–67%) dengan lemak subkutan tipis. Sapi Limosin banyak digunakan di Indonesia untuk penggemukan karena menghasilkan daging rendah lemak namun kaya protein dan mineral (Kementerian Pertanian RI, 2019; Soeparno, 2011).

Daging sapi Limosin (*Bos taurus*) dikenal karena teksturnya empuk, warna merah cerah, dan cita rasa gurih alami. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 21,3 g protein, 6,2 g lemak, dan 72 g air. Profil asam lemak didominasi oleh oleat, palmitat, dan stearat, dengan total lemak tak jenuh sekitar 50 %.

Saat dimasak, terbentuk senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, trimethylamine, dan furfuryl ether yang menghasilkan aroma khas daging sapi panggang.

Selain itu, kandungan vitamin B kompleks, zat besi, dan seng menjadikannya sumber protein hewani berkualitas tinggi

untuk pertumbuhan, metabolisme energi, dan sistem imun tubuh (Soeparno, 2011; Realini *et al.*, 2004).

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging sapi Limosin memiliki serat otot halus, panjang, dan rapat dengan distribusi lemak intramuskular (*marbling*) yang halus dan merata (Astuti *et al.*, 2019). Struktur otot yang padat dengan kandungan kolagen rendah menjadikan tekstur dagingnya empuk namun kenyal, cocok untuk memasak metode grilling dan roasting (Soeparno, 2011).

Warna dagingnya merah cerah hingga merah kecoklatan, bergantung pada kadar mioglobin otot (sekitar 5–6 mg/g) dan pH pasca pemotongan yang ideal (5,4–5,6). Warna cerah ini menunjukkan tingkat oksigenasi mioglobin yang tinggi dan mutu daging yang baik (Muhlisin *et al.*, 2014).

Aroma khas daging sapi Limosin terbentuk saat pemanasan akibat kombinasi reaksi Maillard antara asam amino dan gula reduksi serta oksidasi lipid tak jenuh, menghasilkan senyawa volatil seperti hexanal, nonanal, 2,3-butanedione (diacetyl), dan 2,5-dimethylpyrazine. Senyawa-senyawa ini menimbulkan aroma “meaty”, roasted, dan caramel-like khas daging sapi premium (Mottram, 1998; Machiels *et al.*, 2003).

2. Komposisi Kimia Daging Sapi Limosin (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Menurut Soeparno (2011), rata-rata kandungan kimia dasar per 100 g daging sapi Limosin tanpa lemak adalah:

- 1) Air: 72,0 g
- 2) Protein: 21,3 g
- 3) Lemak total: 6,2 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan air yang tinggi memberikan kelembutan alami, sedangkan kadar lemak moderat menjadikan daging Limosin rendah kolesterol tetapi tetap gurih (Winarno, 2008).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Komposisi asam lemak sangat dipengaruhi oleh pakan dan metode penggemukan. Menurut Realini et al. (2004) dan Noci et al. (2007) dalam Meat Science dan Journal of Animal Science, profil asam lemak daging sapi Limosin sebagai berikut:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 39–41 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 25–27 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 13–15 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 4–6 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1–2 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2–3 %

Daging Limosin memiliki rasio asam lemak tak jenuh terhadap jenuh (U/S ratio) sekitar 0,9,

menunjukkan keseimbangan baik antara cita rasa dan kestabilan oksidatif lemak (Realini et al., 2004).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Saat proses pemanasan, lemak tak jenuh (terutama asam oleat dan linoleat) teroksidasi membentuk berbagai senyawa volatil yang bertanggung jawab atas aroma khas daging sapi.

Menurut Machiels et al. (2003) dan Elmore et al. (2002) dalam Food Chemistry:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone → memberi aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, dan indole → menambah aroma meaty dan earthy.
- 3) Ester: ethyl acetate, methyl butanoate, ethyl hexanoate → menambah aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter/furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol → berkontribusi pada aroma karamel dan panggang.

Total senyawa volatil dalam daging sapi Limosin matang mencapai 1,0–1,5 mg/kg, dengan dominasi aldehid dan keton sebagai penentu utama aroma panggang (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Daging sapi Limosin mengandung protein 21,3 g/100 g, dengan asam amino esensial lengkap dan nilai biologis (BV) > 85%. Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), komposisinya:

- 1) Lisin: 8,2 %
- 2) Leusin: 7,6 %
- 3) Valin: 5,4 %
- 4) Isoleusin: 4,2 %
- 5) Metionin: 2,6 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,0 %
- 7) Treonin: 4,1 %
- 8) Triptofan: 1,1 %

Protein daging sapi Limosin memiliki profil asam amino esensial yang mendukung pembentukan otot dan perbaikan jaringan (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin per 100 gram daging sapi Limosin:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,06 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,20 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 5,8 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,52 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,4 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 8 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,2 mg

Vitamin B kompleks memperkuat sistem saraf dan metabolisme energi, sedangkan vitamin E mencegah oksidasi lipid dalam jaringan otot (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), kandungan mineral per 100 gram daging sapi Limosin:

- 1) Kalsium (Ca): 12 mg

- 2) Fosfor (P): 200 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,5 mg
- 4) Kalium (K): 320 mg
- 5) Natrium (Na): 72 mg
- 6) Magnesium (Mg): 24 mg
- 7) Seng (Zn): 4,1 mg

Zat besi dalam bentuk heme iron lebih mudah diserap tubuh dibanding sumber nabati, sedangkan seng penting untuk pembentukan enzim dan kekebalan tubuh (FAO, 2011; Winarno, 2008).

2.3.9 Kerbau Rawa

Kerbau rawa atau yang dikenal juga sebagai kerbau lumpur merupakan subspecies dari kerbau Asia dengan nama ilmiah *Bubalus bubalis carabanensis* (FAO, 2011). Hewan ini termasuk keluarga Bovidae, dan berbeda dengan kerbau sungai (*Bubalus bubalis bubalis*) yang umum dijumpai di India dan Pakistan.

Kerbau rawa banyak ditemukan di Indonesia, Thailand, dan Filipina, dengan ciri khas mampu hidup di daerah berair dan rawa-rawa. Jenis ini banyak dimanfaatkan sebagai ternak pekerja dan penghasil daging dengan kadar lemak rendah (Soeparno, 2011; Direktorat Jenderal Peternakan, 2019).

Daging kerbau rawa (*Bubalus bubalis carabanensis*) berwarna merah gelap dengan serat otot padat dan kadar lemak rendah. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 74 g air, 21 g protein, dan 3 g lemak, dengan total kolesterol lebih rendah dari daging sapi. Profil asam lemak didominasi oleat

(38,5 %), palmitat (25 %), dan stearat (14 %), serta kandungan asam lemak tak jenuh lebih dari 45 %.

Saat dimasak, daging kerbau menghasilkan senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, trimethylamine, dan furfuryl ether, yang menimbulkan aroma khas roasted dan gurih lembut. Kandungan vitamin B kompleks, Fe, Zn, dan P tinggi menjadikannya sumber protein hewani bergizi tinggi, rendah lemak, dan cocok untuk pola makan sehat (Soeparno, 2011; Kandeepan et al., 2009).

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging kerbau rawa memiliki serat otot yang panjang, padat, dan sedikit kasar, dengan jumlah kolagen lebih tinggi dibanding daging sapi potong (Soeparno, 2011). Kandungan lemak intramuskular yang rendah (sekitar 1,5–2,5%) membuat tekstur dagingnya lebih liat tetapi tetap empuk bila dimasak perlahan.

Warna daging kerbau rawa umumnya merah gelap keunguan, dengan kadar mioglobin tinggi (sekitar 6–8 mg/g otot). Warna ini disebabkan oleh aktivitas otot yang intens akibat mobilitas hewan di lingkungan rawa (Warriss, 2010). Nilai kecerahan (L value) daging kerbau umumnya 36–40, lebih rendah dari daging sapi (Soeparno, 2011).

Aroma khas daging kerbau berasal dari reaksi Maillard antara asam amino dan gula reduksi, serta oksidasi lipid saat pemanasan. Senyawa volatil dominan antara lain hexanal, nonanal, 2,3-butanedione, dan trimethylamine, menghasilkan aroma "meaty", roasted, dan sedikit earthy" (Mottram, 1998; Machiels et al., 2003).

2. Komposisi Kimia Daging Kerbau Rawa (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Berdasarkan penelitian FAO (2011), Air: 74,0 g

- 1) Protein: 21,0 g
- 2) Lemak total: 3,0 g
- 3) Abu: 1,0 g
- 4) Karbohidrat: 0 g

Kandungan air dan protein yang tinggi menunjukkan kualitas biologis yang baik, sedangkan kadar lemak rendah menjadikan daging kerbau rawa cocok untuk diet rendah lemak (Soeparno, 2011).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Komposisi asam lemak daging kerbau rawa mirip dengan daging sapi namun dengan total lemak lebih sedikit. Berdasarkan penelitian Kandeepan et al. (2009) dan Anjaneyulu et al. (2007) dalam Meat Science Journal:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 38,5 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 25,0 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 14,0 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 5,5 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1,8 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2,1 %

Daging kerbau memiliki proporsi asam lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) sekitar 46–50 %, dengan kandungan kolesterol lebih rendah (40–50 mg/100 g) dibanding sapi (60–70 mg/100 g) (Kandeepan et al., 2009).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Selama pemasakan, lemak tak jenuh (terutama oleat dan linoleat) mengalami oksidasi membentuk senyawa volatil turunan yang menentukan aroma khas daging kerbau. Menurut Machiels et al. (2003), Elmore et al. (2002), dan Setyaningsih & Wibowo (2017):

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone → beraroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, dan 3-methylindole → menimbulkan aroma meaty dan sedikit earthy.
- 3) Ester: ethyl acetate, methyl butanoate, dan ethyl hexanoate → berkontribusi pada aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter dan furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol → memberikan aroma karamel dan roasted lembut.

Konsentrasi total senyawa volatil pada daging kerbau matang berkisar 0,8–1,3 mg/kg, lebih rendah dari sapi karena kandungan lemak yang lebih kecil (Mottram, 1998).

d. Protein dan Asam Amino

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), daging kerbau rawa mengandung protein dengan nilai biologis tinggi dan profil asam amino lengkap sebagai berikut:

- 1) Lisin: 8,3 %

- 2) Leusin: 7,4 %
- 3) Valin: 5,1 %
- 4) Isoleusin: 4,3 %
- 5) Metionin: 2,5 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,0 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,0 %

Kandungan lisin dan leusin tinggi menjadikan daging kerbau baik untuk pertumbuhan jaringan otot, sementara metionin penting untuk metabolisme lipid (Soeparno, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin dalam 100 g daging kerbau rawa adalah:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,05 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,20 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 5,5 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,49 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,1 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 7 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,18 mg

Vitamin B kompleks mendukung metabolisme energi dan pembentukan sel darah merah, sedangkan vitamin E bertindak sebagai antioksidan alami terhadap oksidasi lipid (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011) dan FAO (2011), kandungan mineral daging kerbau rawa per 100 g:

- 1) Kalsium (Ca): 12 mg

- 2) Fosfor (P): 198 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,8 mg
- 4) Kalium (K): 315 mg
- 5) Natrium (Na): 65 mg
- 6) Magnesium (Mg): 24 mg
- 7) Seng (Zn): 4,2 mg

Daging kerbau rawa memiliki kandungan zat besi heme yang tinggi dan mudah diserap tubuh, menjadikannya sumber mineral penting untuk mencegah anemia (FAO, 2011).

2.3.10 Kerbau Sungai

Kerbau sungai merupakan subspecies dari kerbau Asia yang dikenal dengan nama ilmiah *Bubalus bubalis bubalis* (FAO, 2011). Hewan ini merupakan keturunan kerbau air yang berasal dari India, Pakistan, dan sebagian wilayah Asia Selatan. Berbeda dengan kerbau rawa (*Bubalus bubalis carabanensis*), kerbau sungai memiliki adaptasi di daerah dataran tinggi dan pertanian kering, serta lebih sering dimanfaatkan sebagai penghasil susu dan daging premium (Kandeepan et al., 2009). Daging kerbau sungai (*Bubalus bubalis bubalis*) memiliki serat otot halus, warna merah gelap keunguan, dan cita rasa gurih alami. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 21,2 g protein, 4,1 g lemak, dan 73,5 g air.

Profil asam lemak didominasi oleh oleat (39 %), palmitat (24 %), dan stearat (13 %), serta total lemak tak jenuh sekitar 47–50 %.

Saat dimasak, lemak tak jenuh dan protein membentuk senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, trimethylamine, ethyl

acetate, dan furfuryl ether, yang menghasilkan aroma roasted, manis, dan karamel.

Selain itu, daging kerbau sungai kaya vitamin B kompleks, zat besi, fosfor, dan seng, sehingga menjadi sumber protein hewani bergizi tinggi dan rendah kolesterol (Soeparno, 2011; Kandeepan et al., 2009)

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Daging kerbau sungai secara visual memiliki serat otot yang halus dan padat dengan lapisan lemak subkutan yang tipis. Teksturnya lebih lembut dan empuk dibanding kerbau rawa, karena kadar kolagen dan serat kasar lebih rendah (Soeparno, 2011).

Warna dagingnya merah gelap keunguan dengan nilai kecerahan (L) sekitar 40–42*, lebih terang dibanding kerbau rawa yang hidup di daerah tropis lembap. Kandungan mioglobin sekitar 5–6 mg/g otot memberi rona merah alami dan menunjukkan kemampuan otot menyimpan oksigen lebih besar dibanding sapi (Warriss, 2010).

Aroma khas daging kerbau sungai muncul akibat oksidasi lipid dan reaksi Maillard antara asam amino dan gula reduksi saat pemanasan. Senyawa volatil utama yang terbentuk adalah nonanal, hexanal, 2,3-butanedione (diacetyl), dan trimethylamine, yang menghasilkan aroma meaty, roasted, dan sedikit caramel-like (Mottram, 1998; Machiels et al., 2003).

2. Komposisi Kimia Daging Kerbau Sungai (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Berdasarkan penelitian FAO (2011), Kandeepan *et al.* (2009), dan Soeparno (2011):

- 1) Air: 73,5 g
- 2) Protein: 21,2 g
- 3) Lemak total: 4,1 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan air yang tinggi menunjukkan kelembutan daging, sedangkan kadar lemak yang rendah ($\pm 4\%$) menjadikan kerbau sungai alternatif daging rendah kolesterol dibanding sapi (Soeparno, 2011).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Komposisi asam lemak daging kerbau sungai sedikit berbeda dari sapi karena kadar lemak jenuh lebih rendah dan tak jenuh lebih tinggi. Berdasarkan data dari Kandeepan *et al.* (2009) dan Anjaneyulu *et al.* (2007) dalam Meat Science Journal:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 39,2 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 24,5 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 13,2 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 5,9 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1,9 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2,2 %

Total lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) mencapai 47–50 %, dengan rasio omega-6/omega-3 yang baik ($\sim 3:1$). Lemak ini juga lebih stabil terhadap oksidasi

karena kandungan antioksidan alami seperti tokoferol (vitamin E) (Kandeepan *et al.*, 2009).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Saat dimasak, lemak tak jenuh dan protein daging kerbau sungai menghasilkan senyawa volatil yang membentuk aroma khas. Berdasarkan Machiels *et al.* (2003) dan Setyaningsih & Wibowo (2017), senyawa dominan meliputi:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone → memberi aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, dan indole → memberikan aroma meaty dan sedikit earthy.
- 3) Ester: ethyl acetate, ethyl propanoate, methyl butanoate → menambah aroma sweet fruity.
- 4) Eter dan furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol → menambah aroma caramel-like dan roasted.

Konsentrasi total senyawa volatil daging kerbau matang berkisar 1,0–1,4 mg/kg, sedikit lebih rendah dibanding sapi karena kadar lemak totalnya lebih kecil (Mottram, 1998).

d. Protein dan Asam Amino

Daging kerbau sungai memiliki kadar protein tinggi (21,2 g/100 g) dengan asam amino esensial lengkap dan nilai biologis di atas 85%. Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011):

- 1) Lisin: 8,2 %

- 2) Leusin: 7,5 %
- 3) Valin: 5,3 %
- 4) Isoleusin: 4,3 %
- 5) Metionin: 2,4 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 7,0 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,1 %

Kandungan lisin dan leusin berperan dalam pertumbuhan otot, sedangkan metionin membantu metabolisme lemak dan sintesis protein (Winarno, 2008).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin per 100 gram daging kerbau sungai:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,06 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,21 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 5,6 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,51 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,3 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 8 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,19 mg

Vitamin B kompleks penting untuk metabolisme energi, sedangkan vitamin E bertindak sebagai antioksidan alami yang melindungi asam lemak tak jenuh (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011) dan FAO (2011), kandungan mineral per 100 gram daging kerbau sungai adalah:

- 1) Kalsium (Ca): 11 mg
- 2) Fosfor (P): 199 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,7 mg
- 4) Kalium (K): 312 mg
- 5) Natrium (Na): 66 mg
- 6) Magnesium (Mg): 23 mg
- 7) Seng (Zn): 4,3 mg

Zat besi heme pada daging kerbau sungai mudah diserap tubuh (bioavailabilitas 15–20%), sedangkan seng penting untuk sistem imun dan sintesis protein (FAO, 2011).

2.3.11 Kambing Kacang

Kambing Kacang merupakan ras kambing lokal Indonesia yang tergolong dalam spesies *Capra aegagrus hircus*, yaitu turunan kambing domestik Asia (Soeparno, 2011). Ras ini dikenal sebagai kambing berukuran kecil, tahan terhadap lingkungan tropis, dan banyak dibudidayakan di Indonesia karena produktivitas dagingnya yang cukup tinggi serta adaptasi pakan yang baik (Ditjen Peternakan, 2019).

Daging kambing Kacang (*Capra aegagrus hircus*) berwarna merah cerah, bertekstur kenyal, dan memiliki aroma khas "goaty" akibat senyawa 4-methyloctanoic acid, 3-methylindole, dan branched-chain fatty acids. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 20,6 g protein, 5,4 g lemak, dan 73 g air.

Profil asam lemaknya didominasi oleh oleat (38,7%), palmitat (25,3%), dan stearat (13,5%), dengan total lemak tak jenuh sekitar 50 %.

Senyawa volatil hasil pemasakan seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, dan trimethylamine memberi aroma roasted dan gurih.

Daging kambing Kacang juga kaya asam amino esensial, vitamin B kompleks, zat besi, dan seng, menjadikannya sumber protein hewani bergizi tinggi untuk pertumbuhan dan metabolisme energi tubuh (Soeparno, 2011; Kadim et al., 2003)

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Daging kambing Kacang memiliki serat otot yang halus dan rapat, dengan lapisan lemak subkutan yang tipis. Teksturnya lebih kenyal dibanding daging domba atau sapi, disebabkan kandungan kolagen yang relatif lebih tinggi, yaitu sekitar 3,5–4,2% dari total protein otot (Soeparno, 2011).

Warna daging segar kambing Kacang umumnya merah cerah hingga merah tua, dengan kadar mioglobin sekitar 4,8–5,5 mg/g otot (Kadim et al., 2003). Warna ini menunjukkan aktivitas otot yang tinggi dan peredaran darah intensif.

Aroma khas daging kambing disebabkan oleh senyawa volatil yang dihasilkan dari oksidasi lipid dan degradasi asam amino saat pemanasan, terutama 4-methyloctanoic acid, 4-ethyloctanoic acid, dan *branched-chain fatty acids* (BCFA) seperti 3-methylindole (skatole). Senyawa tersebut memberikan aroma khas yang sering disebut "goaty" (Sutherland & Ames, 1996 dalam Food Chemistry). Selain itu, reaksi Maillard menghasilkan 2,3-

butanedione, nonanal, dan hexanal yang memberi aroma gurih dan roasted.

2. Komposisi Kimia Daging Kambing Kacang (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Menurut Soeparno (2011), Kadim et al. (2003):

- 1) Air: 73,0 g
- 2) Protein: 20,6 g
- 3) Lemak total: 5,4 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan air dan protein yang tinggi menjadikan daging kambing Kacang sumber protein hewani berkualitas, dengan kadar lemak moderat sehingga rendah kolesterol.

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Berdasarkan penelitian Kadim et al. (2003) dan Babiker et al. (1990) dalam Meat Science Journal, profil asam lemak daging kambing Kacang adalah sebagai berikut:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 38,7 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 25,3 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 13,5 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 6,0 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1,5 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2,2 %
- 7) Asam caproat (C6:0) dan caprilat (C8:0): 1,0–1,2 %
(berperan besar pada aroma khas kambing)

Lemak kambing memiliki rasio asam lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) sekitar 46–50 %, dan mengandung asam lemak rantai menengah seperti caprat (C10:0) dan caprilat (C8:0) yang menyebabkan aroma khas “goaty” (Babiker et al., 1990).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Proses pemasakan menghasilkan berbagai senyawa volatil dari hasil oksidasi lipid dan degradasi protein. Menurut Elmore et al. (2002) dan Machiels et al. (2003) dalam Food Chemistry serta Meat Science, senyawa-senyawa utama pada daging kambing meliputi:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), 2-heptanone → menimbulkan aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, indole, 3-methylindole → memberi aroma goaty dan sedikit earthy.
- 3) Ester: ethyl acetate, ethyl butanoate, methyl hexanoate → memberi aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter/furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol → menambah aroma caramel-like dan panggang.

Konsentrasi total senyawa volatil daging kambing matang berkisar 1,1–1,6 mg/kg, sedikit lebih tinggi dibanding sapi karena oksidasi asam lemak rantai menengah (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), daging kambing Kacang memiliki nilai biologis protein >85% dengan kandungan asam amino esensial lengkap:

- 1) Lisin: 8,1 %
- 2) Leusin: 7,5 %
- 3) Valin: 5,2 %
- 4) Isoleusin: 4,1 %
- 5) Metionin: 2,5 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 6,9 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,0 %

Asam amino dominan seperti lisin dan leusin berfungsi dalam pembentukan jaringan otot, sedangkan metionin berperan dalam metabolisme lemak (FAO, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin daging kambing Kacang per 100 gram:

Vitamin B1 (Tiamin): 0,05 mg

- 1) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,23 mg
- 2) Vitamin B3 (Niasin): 6,5 mg
- 3) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,45 mg
- 4) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,5 µg
- 5) Vitamin A (Retinol): 8 µg
- 6) Vitamin E (Tokoferol): 0,17 mg

Vitamin B kompleks mendukung pembentukan energi dari protein dan lemak, sementara vitamin E

berfungsi sebagai antioksidan pelindung membran sel otot (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011), FAO (2011), dan Kadim et al. (2003), kandungan mineral daging kambing Kacang per 100 gram adalah:

- 1) Kalsium (Ca): 11 mg
- 2) Fosfor (P): 198 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 3,0 mg
- 4) Kalium (K): 330 mg
- 5) Natrium (Na): 72 mg
- 6) Magnesium (Mg): 24 mg
- 7) Seng (Zn): 4,2 mg

Kandungan zat besi heme yang tinggi membantu pencegahan anemia, sedangkan seng berperan penting dalam metabolisme protein dan sistem imun tubuh (FAO, 2011).

2.3.12 Kambing Etawa

Kambing Etawa, dikenal juga sebagai kambing Peranakan Etawa (PE), merupakan hasil persilangan antara kambing lokal Indonesia dan kambing Jamnapari asal India. Nama ilmiahnya adalah *Capra aegagrus hircus* (FAO, 2011). Ras ini dikategorikan sebagai tipe dwiguna (dual purpose breed) yang menghasilkan susu dan daging. Ciri khas kambing Etawa adalah tubuh besar, telinga panjang menggantung, dan pertumbuhan otot yang cepat terutama pada bagian paha dan punggung (Direktorat Jenderal Peternakan, 2019).

Daging kambing Etawa (*Capra aegagrus hircus*) memiliki warna merah cerah, tekstur lembut, dan cita rasa gurih dengan aroma khas kambing yang kuat. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 20,9 g protein, 5,5 g lemak, dan 72,5 g air.

Profil asam lemaknya didominasi oleat (38,4%), palmitat (24,7%), dan stearat (13%), serta terdapat asam lemak rantai menengah (caprat, caprilat) yang menyebabkan aroma spesifik "goaty".

Senyawa volatil hasil pemasakan seperti 2,3-butanedione, trimethylamine, ethyl acetate, dan furfuryl ether memberi aroma roasted dan karamel.

Selain itu, daging Etawa kaya asam amino esensial, vitamin B kompleks, serta mineral Fe, P, dan Zn, menjadikannya sumber protein hewani bergizi tinggi dan cocok untuk konsumsi bergizi seimbang (Soeparno, 2011; Kadim et al., 2003)

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging kambing Etawa memiliki serat otot yang agak kasar namun tebal, dengan lapisan lemak subkutan yang lebih tebal dibanding kambing Kacang. Struktur otot yang padat dengan kadar air sekitar 73% membuat tekstur daging lebih lembut dan juicy setelah pemasakan (Soeparno, 2011).

Warna daging kambing Etawa umumnya merah cerah dengan nilai kecerahan (L) 42–45*, sedikit lebih terang dibanding kambing Kacang, disebabkan kadar mioglobin

sekitar 4,5–5,0 mg/g otot dan pH akhir 5,5–5,7 (Kadim et al., 2003; Abdullah & Qudsieh, 2008).

Aroma khas kambing Etawa muncul dari senyawa volatil hasil oksidasi lipid dan reaksi Maillard. Senyawa utama penyusun aroma tersebut meliputi branched-chain fatty acids (BCFA) seperti 4-methyloctanoic acid dan 4-ethyloctanoic acid yang menyebabkan aroma “goaty”, disertai senyawa nonanal, hexanal, dan 2,3-butanedione yang memberi aroma roasted dan caramel-like (Sutherland & Ames, 1996; Elmore et al., 2002).

2. Komposisi Kimia Daging Kambing Etawa (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Berdasarkan data Soeparno (2011), Kadim et al. (2003):

- 1) Air: 72,5 g
- 2) Protein: 20,9 g
- 3) Lemak total: 5,5 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan protein yang tinggi dan lemak sedang menunjukkan kualitas gizi daging Etawa cukup baik, dengan kadar kolesterol lebih rendah dibanding sapi atau domba (Soeparno, 2011).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Menurut Kadim et al. (2003), Abdullah & Qudsieh (2008), dan Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (2012), komposisi asam lemak daging kambing Etawa adalah sebagai berikut:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 38,4 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 24,7 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 13,0 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 5,8 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1,6 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2,3 %
- 7) Asam caproat (C6:0) dan caprilat (C8:0): 1,1–1,3 %

Total asam lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) mencapai 47–50% dari total lipid, sedangkan kandungan BCFA (*branched-chain fatty acids*) sekitar 0,3–0,5% yang bertanggung jawab terhadap aroma spesifik kambing (Sutherland & Ames, 1996).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Selama pemasakan, lemak tak jenuh dan asam amino berinteraksi membentuk senyawa volatil yang menentukan karakteristik aroma. Berdasarkan Machiels et al. (2003) dan Elmore et al. (2002) dalam Food Chemistry dan Meat Science:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone — memberi aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, dan indole — menimbulkan aroma goaty dan earthy.
- 3) Ester: ethyl acetate, ethyl butanoate, methyl hexanoate — menambah aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter/furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol — memberikan aroma karamel dan roasted.

Konsentrasi total senyawa volatil pada daging kambing Etawa matang berkisar 1,2–1,6 mg/kg, sedikit lebih tinggi dibanding sapi karena kadar asam lemak rantai menengahnya yang khas (Wojtasik-Kalinowska et al., 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), daging kambing Etawa memiliki protein bernilai biologis tinggi (BV > 85%) dengan komposisi asam amino sebagai berikut:

- 1) Lisin: 8,0 %
- 2) Leusin: 7,4 %
- 3) Valin: 5,3 %
- 4) Isoleusin: 4,0 %
- 5) Metionin: 2,4 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 6,8 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,1 %

Lisin dan leusin tinggi berperan penting dalam pembentukan otot dan enzim, sementara metionin berfungsi dalam metabolisme lipid dan pertumbuhan jaringan (Winarno, 2008).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin per 100 g daging kambing Etawa:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,06 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,22 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 6,1 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,48 mg

- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,6 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 9 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,18 mg

Vitamin B kompleks mendukung metabolisme energi dan fungsi saraf, sementara vitamin E berperan melindungi lipid dari oksidasi (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut FAO (2011), Soeparno (2011), dan Abdullah & Qudsieh (2008), kandungan mineral per 100 gram daging kambing Etawa:

- 1) Kalsium (Ca): 11 mg
- 2) Fosfor (P): 202 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 3,1 mg
- 4) Kalium (K): 335 mg
- 5) Natrium (Na): 70 mg
- 6) Magnesium (Mg): 24 mg
- 7) Seng (Zn): 4,5 mg

Kandungan Fe (heme iron) tinggi menjadikan daging kambing Etawa efektif untuk mencegah anemia, sementara Zn berperan dalam sistem imun dan enzim metabolik (FAO, 2011).

2.3.13 Domba

Domba merupakan hewan ruminansia kecil yang termasuk dalam genus *Ovis* dengan nama ilmiah *Ovis aries* (FAO, 2011). Spesies ini berasal dari Timur Tengah dan telah mengalami domestikasi sejak 10.000 tahun lalu. Domba banyak dibudidayakan untuk menghasilkan daging (mutton/lamb), susu, dan wol. Di Indonesia, beberapa ras yang

sering dikembangkan antara lain domba Garut, domba Ekor Gemuk, dan domba Merino, dengan karakteristik daging yang cenderung lembut dan beraroma khas (Soeparno, 2011).

Daging domba (*Ovis aries*) memiliki serat otot halus, warna merah cerah, dan cita rasa gurih dengan aroma khas "lamb-like" yang berasal dari asam lemak bercabang (BCFA) seperti 4-methyloctanoic acid. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 20,8 g protein, 6,3 g lemak, dan 72 g air.

Profil asam lemak didominasi oleat (37,8%), palmitat (25%), dan stearat (13%), dengan total lemak tak jenuh 48–50%.

Senyawa volatil hasil pemasakan seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, trimethylamine, dan furfuryl ether memberikan aroma roasted dan karamel khas domba.

Daging ini juga kaya asam amino esensial, vitamin B kompleks, serta mineral Fe, Zn, dan P, menjadikannya sumber protein hewani bergizi tinggi dan beraroma kuat (Soeparno, 2011; Elmore et al., 2002; Watkins et al., 2012)

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Daging domba memiliki serat otot halus dan berlemak halus (*fine marbling*) dengan tekstur lembut serta kelembapan tinggi. Kandungan lemak intramuskular yang lebih banyak dibanding kambing memberikan cita rasa gurih dan empuk (Soeparno, 2011).

Warna daging domba merah cerah hingga merah keunguan, dengan kadar mioglobin sekitar 5,0–6,5 mg/g otot dan pH akhir 5,4–5,7 (Kadim *et al.*, 2003). Warna ini

menandakan aktivitas otot moderat dengan kadar oksigenasi mioglobin tinggi.

Aroma khas daging domba disebabkan oleh asam lemak rantai menengah dan bercabang (*branched-chain fatty acids*/BCFA) seperti 4-methyloctanoic acid, 4-ethyloctanoic acid, dan 3-methylindole (skatole) yang terbentuk dari metabolisme asam amino dalam jaringan lemak (Mottram, 1998; Watkins et al., 2012). Selain itu, saat dimasak, reaksi Maillard antara asam amino dan gula reduksi menghasilkan senyawa volatil seperti nonanal, hexanal, 2,3-butanedione (diacetyl), dan 2,5-dimethylpyrazine, yang menimbulkan aroma roasted dan caramel-like (Elmore et al., 2002).

2. Komposisi Kimia Daging Domba (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat berdasarkan Soeparno (2011):

- 1) Air: 72,0 g
- 2) Protein: 20,8 g
- 3) Lemak total: 6,3 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan protein tinggi dan kadar lemak sedang menjadikan daging domba sumber energi dengan nilai biologis tinggi (Soeparno, 2011).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Menurut Watkins et al. (2012) dan Elmore et al. (2000) dalam Meat Science Journal, profil asam lemak daging domba adalah sebagai berikut:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 37,8 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 25,0 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 13,4 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 5,9 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 1,6 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2,5 %
- 7) BCFA (*Branched-chain fatty acids*, C8–C12): 0,3–0,6 %

Total lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) mencapai 48–50 %, dengan asam oleat mendominasi rasa lembut dan juicy. Kandungan BCFA (*4-methyloctanoic acid* dan *4-ethyloctanoic acid*) memberikan aroma khas "*lamb-like*" yang membedakan daging domba dari sapi atau kambing (Watkins et al., 2012).

- c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Menurut Machiels *et al.* (2003) dan Elmore et al. (2002) dalam Food Chemistry dan Meat Science:

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 3-hydroxy-2-butanone (acetoin), dan 2-heptanone — beraroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyridine, indole, dan 3-methylindole (skatole) — memberikan aroma goaty, earthy, dan slightly gamey.
- 3) Ester: ethyl acetate, ethyl butanoate, methyl hexanoate — menghasilkan aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter/furan-eter: furfuryl ether, 2-butoxyethanol — memberi aroma caramel-like dan roasted.

Konsentrasi total senyawa volatil pada daging domba matang berkisar 1,2–1,8 mg/kg, lebih tinggi dibanding sapi karena oksidasi asam lemak tak jenuh dan BCFA yang lebih banyak (Wojtasik-Kalinowska *et al.*, 2023).

d. Protein dan Asam Amino

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), daging domba memiliki protein bernilai biologis tinggi (BV 85–90%) dengan komposisi asam amino sebagai berikut:

- 1) Lisin: 8,1 %
- 2) Leusin: 7,3 %
- 3) Valin: 5,2 %
- 4) Isoleusin: 4,1 %
- 5) Metionin: 2,4 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 6,8 %
- 7) Treonin: 4,0 %
- 8) Triptofan: 1,0 %

Kandungan lisin tinggi berperan dalam sintesis protein otot, sedangkan leusin mendukung regenerasi jaringan. Kombinasi asam amino ini menjadikan daging domba sumber protein lengkap (FAO, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin per 100 g daging domba mentah:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,05 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,23 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 6,8 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,46 mg

- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,5 µg
- 6) Vitamin A (Retinol): 8 µg
- 7) Vitamin E (Tokoferol): 0,20 mg

Vitamin B kompleks berfungsi meningkatkan metabolisme energi, sedangkan vitamin E sebagai antioksidan alami yang melindungi lipid dari oksidasi (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut Soeparno (2011) dan FAO (2011), kandungan mineral daging domba per 100 gram adalah:

- 1) Kalsium (Ca): 12 mg
- 2) Fosfor (P): 200 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,9 mg
- 4) Kalium (K): 336 mg
- 5) Natrium (Na): 70 mg
- 6) Magnesium (Mg): 23 mg
- 7) Seng (Zn): 4,4 mg

Zat besi dalam bentuk heme iron mudah diserap tubuh, sedangkan seng berperan dalam metabolisme protein dan kekebalan tubuh (FAO, 2011).

2.3.13 Rusa

Rusa termasuk dalam famili *Cervidae* dan genus *Cervus*, dengan spesies yang umum di Indonesia yaitu *Cervus timorensis* atau rusa Timor (FAO, 2011). Spesies ini tersebar di wilayah Nusa Tenggara, Kalimantan, dan Sulawesi. Daging rusa dikenal sebagai "venison", dengan kadar lemak yang sangat

rendah dan kandungan protein yang tinggi dibanding sapi dan domba (Soeparno, 2011).

Daging rusa (*Cervus timorensis*) berwarna merah gelap, bertekstur lembut, dan memiliki aroma roasted yang ringan tanpa bau "gamey" kuat. Dalam 100 gram, mengandung 22,5 g protein dan 1,3 g lemak. Profil lipid didominasi oleat, palmitat, linoleat, dengan kandungan senyawa volatil seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, dan furfuryl ether yang memberi aroma gurih-karamel.

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging rusa memiliki serat otot yang halus dan padat, dengan distribusi lemak intramuskular yang rendah (<1%). Teksturnya empuk, kering, dan lembut, sehingga cocok untuk diet tinggi protein (Wiklund et al., 2003).

Warna daging rusa merah gelap (dark-red) dengan nilai kecerahan (L value) 38–41 dan kadar mioglobin sekitar 7,0–8,0 mg/g otot (Wiklund et al., 2003). Warna ini menandakan aktivitas otot tinggi dan kemampuan mengikat oksigen yang besar.

Aroma khas daging rusa muncul dari oksidasi lemak tak jenuh yang menghasilkan senyawa volatil seperti hexanal, nonanal, 2,3-butanedione (diacetyl), dan 2,5-dimethylpyrazine yang beraroma roasted dan meaty (Elmore et al., 2002). Daging ini relatif tidak berbau "gamey" kuat seperti kambing, karena kadar branched-chain fatty acids (BCFA) lebih rendah (Young et al., 2004).

2. Komposisi Kimia Daging Rusa (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Menurut Meat Science Journal (Wiklund et al., 2003) dan FAO (2013):

- 1) Air: 74,2 g
- 2) Protein: 22,5 g
- 3) Lemak total: 1,3 g
- 4) Abu: 1,0 g
- 5) Karbohidrat: 0 g

Kandungan lemak yang sangat rendah menjadikan daging rusa rendah kolesterol, hanya sekitar 36–45 mg/100 g, jauh di bawah sapi (Soeparno, 2011).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Menurut Wiklund et al. (2003) dan Razmaite et al. (2019):

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 35,8 %
- 2) Asam palmitat (C16:0): 24,9 %
- 3) Asam stearat (C18:0): 14,3 %
- 4) Asam linoleat (C18:2 n-6): 8,2 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 2,6 %
- 6) Asam miristat (C14:0): 2,0 %

Proporsi asam lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) mencapai 54–56%, dengan rasio omega-6/omega-3 sekitar 3:1 yang baik untuk kesehatan jantung (Razmaite et al., 2019).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Selama pemasakan, oksidasi lemak tak jenuh dan reaksi Maillard menghasilkan senyawa volatil beraroma khas. Berdasarkan Elmore et al. (2002) dan Machiels et al. (2003):

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 2-heptanone, dan 3-hydroxy-2-butanone → memberi aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine dan pyridine → berkontribusi pada aroma meaty ringan.
- 3) Ester: ethyl acetate dan ethyl butanoate → memberi aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter/furan-eter: furfuryl ether dan 2-butoxyethanol → memberi aroma karamel lembut.
- 5) Konsentrasi total senyawa volatil mencapai 1,0–1,3 mg/kg daging matang, mendominasi aroma roasted khas venison (Elmore et al., 2002).

d. Protein dan Asam Amino

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), daging rusa mengandung protein dengan nilai biologis tinggi (BV > 85%) dan profil asam amino lengkap:

- 1) Lisin: 8,3 %
- 2) Leusin: 7,6 %
- 3) Valin: 5,4 %
- 4) Isoleusin: 4,2 %
- 5) Metionin: 2,6 %

- 6) Fenilalanin + Tirosin: 6,9 %
 - 7) Treonin: 4,1 %
 - 8) Triptofan: 1,1 %
- e. Vitamin dan Mineral
- Menurut Winarno (2008):
- 1) Vitamin B1: 0,07 mg
 - 2) Vitamin B2: 0,22 mg
 - 3) Vitamin B3: 5,9 mg
 - 4) Vitamin B6: 0,51 mg
 - 5) Vitamin B12: 2,7 µg
 - 6) Vitamin E: 0,18 mg
 - 7) Vitamin A: 7 µg
- Mineral per 100 g daging rusa (FAO, 2011):
- 1) Kalsium: 11 mg
 - 2) Fosfor: 210 mg
 - 3) Zat Besi: 3,2 mg
 - 4) Kalium: 340 mg
 - 5) Seng: 4,6 mg

2.3.14 Kelinci

Kelinci termasuk dalam ordo Lagomorpha dan famili Leporidae, dengan nama ilmiah *Oryctolagus cuniculus* (FAO, 2011). Spesies ini merupakan kelinci Eropa yang telah mengalami domestikasi luas di seluruh dunia dan menjadi sumber daging bernilai ekonomi tinggi karena kandungan proteinnya yang tinggi serta lemak rendah. Jenis kelinci pedaging yang sering dibudidayakan adalah ras New Zealand White, California, dan Rex, yang semuanya memiliki efisiensi

konversi pakan dan kualitas daging yang baik (Soeparno, 2011).

Daging kelinci (*Oryctolagus cuniculus*) berwarna merah muda pucat, bertekstur lembut, dan memiliki aroma ringan yang netral. Dalam 100 gram daging mentah terkandung 21–22 g protein, 2,3–3 g lemak, dan 73 g air.

Profil asam lemak didominasi oleat (33,2%), linoleat (28%), dan palmitat (23,1%), dengan total asam lemak tak jenuh mencapai 67%.

Senyawa volatil hasil pemasakan seperti 2,3-butanedione, ethyl acetate, dan 2-pentylfuran menghasilkan aroma lembut dan roasted tanpa bau menyengat.

Daging kelinci juga kaya asam amino esensial, vitamin B kompleks, serta mineral Fe, Zn, dan P, menjadikannya sumber protein hewani yang bergizi tinggi, rendah kolesterol, dan mudah dicerna (Combes, 2004; Dalle Zotte, 2002)

1. Karakteristik Daging: Bentuk, Tekstur, Warna, dan Aroma

Secara fisik, daging kelinci berwarna merah muda pucat hingga merah muda keputihan, bergantung pada umur dan aktivitas otot (Pla et al., 1998). Nilai kecerahan (L^*) berkisar antara 50–55, dengan tekstur halus, serat otot pendek, dan kadar lemak intramuskular rendah ($<1\%$), menjadikannya daging yang lembut dan mudah dicerna (Combes, 2004).

Warna pucat disebabkan kadar mioglobin rendah (2,0–2,5 mg/g otot), berbeda dengan daging sapi atau domba yang lebih gelap (Dalle Zotte, 2002). Daging kelinci memiliki aroma netral dan ringan, karena kadar asam

lemak bercabang (BCFA) seperti 4-methyloctanoic acid sangat rendah, sehingga tidak menimbulkan aroma "*goaty*" atau "*gamey*" (Elmore et al., 2002).

Saat dimasak, aroma khas muncul dari senyawa volatil hasil oksidasi lipid dan reaksi Maillard seperti hexanal, nonanal, 2,3-butanedione, dan 2,5-dimethylpyrazine, yang menghasilkan aroma roasted, buttery, dan sedikit manis (López et al., 2012).

2. Komposisi Kimia Daging Kelinci (per 100 gram daging mentah)

a. Komponen Proksimat

Menurut FAO (2011), Soeparno (2011):

- 1) Air: 73,0–74,0 g
- 2) Protein: 21,0–22,1 g
- 3) Lemak total: 2,3–3,0 g
- 4) Abu: 1,1 g
- 5) Kolesterol: 35–40 mg

Kandungan lemak yang rendah dan protein tinggi menjadikan daging kelinci sangat ideal untuk diet rendah kolesterol dan tinggi protein (Combes, 2004).

b. Asam Lemak (Profil Lipid Individu)

Menurut penelitian Dalle Zotte (2002), Combes (2004), dan Hernández (2008) dalam Meat Science dan World Rabbit Science, profil asam lemak daging kelinci adalah:

- 1) Asam oleat (C18:1 n-9): 33,2 %
- 2) Asam linoleat (C18:2 n-6): 28,0 %
- 3) Asam palmitat (C16:0): 23,1 %

- 4) Asam stearat (C18:0): 8,4 %
- 5) Asam linolenat (C18:3 n-3): 3,1 %
- 6) Asam arakidonat (C20:4 n-6): 0,9 %

Rasio asam lemak tak jenuh (MUFA + PUFA) mencapai 64–67% dari total lipid, dengan rasio omega-6/omega-3 sekitar 8:1, menunjukkan kualitas lipid yang baik bagi kesehatan kardiovaskular (Dalle Zotte, 2002).

c. Senyawa Turunan Asam Lemak (Keton, Amina, Ester, dan Eter)

Saat proses pemanasan, oksidasi asam lemak tak jenuh dan degradasi asam amino menghasilkan senyawa volatil pembentuk aroma khas. Menurut López et al. (2012) dan Machiels et al. (2003):

- 1) Keton: 2,3-butanedione (diacetyl), 2-heptanone, 3-hydroxy-2-butanone → memberi aroma buttery dan roasted.
- 2) Amina volatil: trimethylamine, pyrrole, indole (dalam kadar rendah) → memberi nuansa daging lembut tanpa bau tajam.
- 3) Ester: ethyl acetate, ethyl butanoate → menimbulkan aroma sweet fruity ringan.
- 4) Eter/furan-eter: furfuryl ether, 2-pentylfuran → menambah aroma karamel dan roasted.
- 5) Konsentrasi total senyawa volatil pada daging kelinci matang sekitar 0,8–1,0 mg/kg, terendah di antara daging ruminansia, menjadikannya beraroma ringan (López et al., 2012).

d. Protein dan Asam Amino

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011), protein daging kelinci memiliki nilai biologis tinggi (BV > 85%) dan mengandung asam amino esensial lengkap:

- 1) Lisin: 8,2 %
- 2) Leusin: 7,5 %
- 3) Valin: 5,4 %
- 4) Isoleusin: 4,2 %
- 5) Metionin: 2,5 %
- 6) Fenilalanin + Tirosin: 6,8 %
- 7) Treonin: 4,1 %
- 8) Triptofan: 1,0 %

Asam amino tersebut berperan dalam sintesis otot, enzim, dan hormon, dengan kadar lisin dan leusin yang mendukung pertumbuhan jaringan (FAO, 2011).

e. Vitamin

Menurut Winarno (2008), kandungan vitamin daging kelinci per 100 gram:

- 1) Vitamin B1 (Tiamin): 0,09 mg
- 2) Vitamin B2 (Riboflavin): 0,22 mg
- 3) Vitamin B3 (Niasin): 7,0 mg
- 4) Vitamin B6 (Piridoksin): 0,45 mg
- 5) Vitamin B12 (Kobalamin): 2,3 µg
- 6) Vitamin E (Tokoferol): 0,25 mg
- 7) Vitamin A (Retinol): 9 µg

Vitamin B kompleks membantu metabolisme energi dan sistem saraf, sementara vitamin E berperan

sebagai antioksidan yang melindungi lipid dari oksidasi (Winarno, 2008).

f. Mineral

Menurut FAO (2011) dan Soeparno (2011):

- 1) Kalsium (Ca): 13 mg
- 2) Fosfor (P): 200 mg
- 3) Zat Besi (Fe): 2,9 mg
- 4) Kalium (K): 340 mg
- 5) Natrium (Na): 75 mg
- 6) Magnesium (Mg): 24 mg
- 7) Seng (Zn): 3,9 mg

Kandungan zat besi (heme iron) cukup tinggi, sehingga mudah diserap tubuh, dan seng mendukung fungsi imun serta metabolisme protein (FAO, 2011)1.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. Y., & Qudsieh, R. I. (2008). Effect of Slaughter Weight and Aging Time on the Quality of Goat Meat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(11).
- Alodokter. (2024). Daging Ayam Kampung: Ketahui Manfaat dan Tips Mengolahnya.
- Anjaneyulu, A. S. R. et al. (2007). Quality and Composition of Buffalo Meat. *Meat Science Journal*, 77(2).
- Astuti, R. et al. (2019). Karakteristik Sensoris Daging Sapi Potong di Indonesia. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Astuti, R. et al. (2019). Karakteristik Sensoris Daging Unggas Lokal dan Impor. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Astuti, R., dkk. (2019). Karakteristik Sensoris Daging Ayam Kampung. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Babiker, S. A., El Khidir, I. A., & Shafie, S. A. (1990). Chemical Composition and Quality Attributes of Goat Meat and Lamb. *Meat Science Journal*, 28(4).
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 3924:2009 Daging Ayam Kampung – Spesifikasi.
- Broilerx. (2024). Perbandingan Gizi Ayam Kampung dan Ayam Broiler.
- Chen, Y. et al. (2022). A Comparison of Different Tissues Identifies the Main Precursors of Volatile Substances in Chicken Meat. *Frontiers in Physiology*.
- Combes, S. (2004). Nutritional Value of Rabbit Meat: A Review. *World Rabbit Science*, 12(2).

- Dalle Zotte, A. (2002). Perception of Rabbit Meat Quality and Major Factors Influencing the Rabbit Carcass and Meat Quality. *Livestock Production Science*, 75(1).
- Direktorat Jenderal Peternakan. (2019). Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia.
- Dirjen Peternakan. (2019). Laporan Plasma Nutfah Unggas Lokal Indonesia. Kementerian Pertanian RI.
- Ditjen Peternakan. (2019). Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Indonesia.
- Elmore, J. S., Mottram, D. S., et al. (2002). Changes in Volatile Compounds of Cooked Beef During Storage. *Food Chemistry*, 79(3).
- FAO. 2011. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. Food and Nutrition Paper. 92(1): 1
- Hernández, P. (2008). Enhancing Rabbit Meat Quality through Feeding and Management. *Meat Science Journal*, 80(2).
- Hidayat, N., Riyanto, E., & Sutiyono, A. (2020). Komposisi Kimia dan Kualitas Daging Bebek Lokal Indonesia. *Jurnal Ilmu Ternak Tropika*.
- Kadim, I. T., Mahgoub, O., et al. (2003). Chemical Composition and Quality Characteristics of Omani Goat Meats. *Meat Science Journal*, 66(1).
- Kandeepan, G. et al. (2009). Effect of Slaughter Age on Physicochemical Properties of Buffalo Meat. *Meat Science Journal*, 83(1).
- Kandeepan, G. et al. (2009). Physicochemical and Sensory Characteristics of River Buffalo Meat. *Meat Science Journal*, 83(1).

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Tabel Komposisi Pangan Indonesia.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2019). Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Kementerian Pertanian RI. (2019). Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Konieczka, P., et al. (2022). Volatile Organic Compound and Physical Parameter Changes in Chicken Breast Meat Affected by Wooden Breast and White Striping Myopathies. *Nature Scientific Reports*.
- López, C. et al. (2012). Volatile Compounds in Cooked Rabbit Meat: Influence of Fatty Acid Composition. *Food Chemistry*, 132(2).
- Machiels, D. et al. (2003). Aroma Compounds of Cooked Beef. *Meat Science Journal*, 65(4).
- Machiels, D. et al. (2003). Aroma Compounds of Cooked Beef: Formation and Identification. *Meat Science Journal*, 65(4).
- Machiels, D. et al. (2003). Aroma Compounds of Cooked Turkey Meat: Identification and Origin. *Meat Science Journal*, 65(2).
- Milićević, D. R. et al. (2014). Fatty Acid Profile of Turkey Meat Produced in Different Rearing Systems. *Meat Science Journal*, 98(3).
- Mottram, D. S. (1998). *Flavour Chemistry of Meat*. Dalam Soeparno, Ilmu dan Teknologi Daging (2011). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mottram, D. S. (1998). Flavour Formation in Meat and Meat Products: A Review. *Food Chemistry*, 62(4).

- Muhlisin, M. et al. (2014). Meat Color and Myoglobin Content of Limousin Cattle. *Jurnal Ilmu Ternak Tropika*.
- Muhlisin, M. et al. (2014). Meat Color and Myoglobin Content of Limousin Cattle at Different Ages. *Jurnal Ilmu Ternak Tropika*.
- Mulyantini, N., dkk. (2013). Profil Asam Lemak Daging Ayam Kampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 8(2).
- Noci, F. et al. (2007). Fatty Acid Composition and Meat Quality of Cattle Breeds. *Journal of Animal Science*, 85(9).
- Nuraini, S., dkk. (2020). Analisis Kualitas Fisiko-Kimia Daging Ayam Kampung di RPU Sidoharjo, Lamongan. *ResearchGate*.
- Pla, M., Guerrero, L., Guardia, D., et al. (1998). Color and Texture of Rabbit Meat as Affected by Muscle Type and Age. *Meat Science*, 50(4).
- Realini, C. E. et al. (2004). Effect of Feeding Regimes on Fatty Acid Profile of Limousin Beef. *Meat Science*, 66(3).
- Riyanto, E. et al. (2021). Profil Asam Lemak dan Kandungan Mineral Bebek Pegagan dan Tegal. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Setyaningsih, D. & Wibowo, T. (2017). Identifikasi Senyawa Volatil pada Daging Ayam. *Indonesian Journal of Animal Science*.
- Soeparno. (2011). *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Susanti, L. et al. (2018). Warna dan Kualitas Fisik Daging Bebek Lokal di Sumatera Selatan. *Jurnal Agripet*.
- Sutiyono, A. et al. (2016). Karakterisasi Morfologi dan Produksi Bebek Pegagan. *Balai Penelitian Ternak Bogor*.

- Sutherland, M. M., & Ames, J. M. (1996). Volatile Flavor Compounds in Cooked Goat Meat. *Food Chemistry*, 57(1).
- Warriss, P. D. (2010). *Meat Science: An Introductory Text*. CABI Publishing.
- Watkins, P. J., Frank, D., Singh, T. K., Young, O. A., & Warner, R. D. (2012). Flavour and Odour of Cooked Lamb—Contributions of Branched Chain Fatty Acids and Other Precursors. *Meat Science*, 92(2).
- Wiklund, E., et al. (2003). Composition and Quality of Deer Meat. *Meat Science*, 63(4).
- Winarno, F. G. (2008). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wojtasik-Kalinowska, I. et al. (2023). Volatile Compounds in Meat and Meat Products. *Applied Sciences (MDPI)*.
- Zhang, L. et al. (2022). Fatty Acid Profile, Oxidative Status, and Volatile Organic Compound Content in Chicken Meat. *Frontiers in Veterinary Science*.

BAB 3

PENANGANAN PASCAPANEN DAN PENDINGINAN DAGING

Bab 3 buku *Industri Pengolahan Daging* membahas secara komprehensif tahapan penting dalam penanganan pascapanen dan teknologi pendinginan daging sebagai upaya menjaga mutu, keamanan, dan ketahanan produk daging hingga sampai ke tangan konsumen. Penanganan pascapanen daging mencakup seluruh aktivitas mulai dari saat pemotongan hingga distribusi, yang berperan krusial dalam mengendalikan perubahan fisik, kimia, dan mikrobiologis pada daging. Subtopik-subtopik dalam bab ini menguraikan definisi dan tujuan utama dari penanganan pascapanen, prinsip dasar yang harus diperhatikan, serta penerapan teknologi pendinginan modern. Selain itu, bab ini juga membahas berbagai faktor yang memengaruhi mutu daging setelah pemotongan, tanda-tanda kerusakan yang perlu diwaspadai, metode pengemasan yang menunjang efektivitas pendinginan, serta standar dan regulasi mutu yang berlaku. Rantai dingin (*cold chain*) sebagai sistem logistik termal yang berkesinambungan, dan tips praktis untuk penerapan di lapangan turut melengkapi pemahaman praktis dan aplikatif bagi pelaku industri maupun pemangku kepentingan lainnya.

3.1 Pengertian Penanganan Pascapanen Daging

Penanganan pascapanen daging adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan setelah hewan dipotong hingga daging siap untuk diproses lebih lanjut, didistribusikan, atau dikonsumsi. Proses ini mencakup penanganan awal seperti pendinginan, pembersihan, pengemasan, penyimpanan, hingga transportasi yang bertujuan untuk menjaga mutu dan keamanan daging. Penanganan pascapanen yang tepat sangat penting untuk mencegah penurunan kualitas akibat pertumbuhan mikroorganisme, oksidasi lemak, atau perubahan warna dan tekstur. Dalam industri pengolahan daging, pemahaman terhadap konsep ini menjadi dasar dalam penerapan standar operasional yang menjamin produk tetap segar, aman, dan layak konsumsi selama masa edarnya.

3.1.1 Definisi dan Lingkup Penanganan Pascapanen Daging

Penanganan pascapanen daging merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari tahap persiapan hewan sebelum pemotongan (*pre-slaughter*), proses penyembelihan, penanganan karkas, hingga penyimpanan dan distribusi produk daging ke konsumen akhir. Setiap tahap dalam proses ini memiliki peran krusial dalam menjaga kualitas daging yang dihasilkan, mencegah kontaminasi mikroba, serta menjamin keamanan pangan bagi konsumen. Selain itu, penanganan pascapanen yang tepat juga bertujuan untuk memperpanjang umur simpan daging melalui pengendalian kondisi lingkungan, terutama suhu, kelembapan, dan sanitasi. Proses ini tidak hanya menjadi tanggung jawab rumah potong hewan,

tetapi juga melibatkan seluruh rantai distribusi, termasuk transportasi dan penyimpanan di tingkat pengecer. Oleh karena itu, pemahaman yang menyeluruh terhadap tahapan pascapanen dan implikasinya terhadap mutu daging menjadi penting dalam sistem produksi pangan hewani yang berkelanjutan (Nuraeni at al., 2014).

Manajemen pascapanen yang efektif tidak hanya berfokus pada aspek teknis pemotongan dan penyimpanan, tetapi juga menuntut penerapan prinsip-prinsip dasar yang saling terintegrasi. Salah satu prinsip utama adalah pengendalian suhu, di mana suhu rendah harus dipertahankan secara konsisten sejak karkas diproses hingga tiba di tangan konsumen guna menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Selain itu, aspek kebersihan dan sanitasi, baik pada peralatan, lingkungan, maupun tenaga kerja, menjadi kunci dalam meminimalkan risiko kontaminasi silang yang dapat menurunkan mutu dan keamanan daging. Penanganan yang cepat juga diperlukan agar daging tidak berada terlalu lama pada suhu ruang yang rentan terhadap pertumbuhan bakteri. Integrasi antara faktor-faktor tersebut menuntut adanya sistem rantai dingin (cold chain) yang andal dan berkelanjutan, sehingga seluruh proses pascapanen dapat berlangsung dengan efisien dan sesuai standar keamanan pangan yang ditetapkan (Soewarno, 2024).

3.1.2 Tahapan Utama dalam Penanganan Pascapanen

1. Pra-Penyembelihan dan Seleksi Awal

Dalam tahapan pra-penyembelihan dan seleksi awal, aspek kesehatan dan kesejahteraan hewan menjadi faktor

yang sangat penting untuk menjamin kualitas daging yang dihasilkan. Hewan yang akan disembelih harus terlebih dahulu dipastikan dalam kondisi sehat melalui pemeriksaan veteriner yang menyeluruh. Pemeriksaan ini tidak hanya bertujuan untuk mengidentifikasi adanya penyakit menular atau gangguan fisiologis, tetapi juga untuk memastikan bahwa hewan layak secara biologis untuk dipotong dan dikonsumsi. Selain itu, sebelum proses penyembelihan dilakukan, hewan perlu menjalani masa tenang (*resting period*) selama dua hingga lima hari. Masa tenang ini penting untuk menstabilkan kondisi fisiologis hewan setelah perjalanan atau perpindahan, serta membantu mengurangi tingkat stres yang dapat berdampak negatif terhadap kualitas daging. Di samping itu, hewan juga harus dipuaskan dari makanan selama 10 hingga 24 jam sebelum penyembelihan. Pemuaasan ini bertujuan untuk mengosongkan saluran pencernaan, sehingga mengurangi risiko kontaminasi silang dari isi rumen atau usus ke jaringan daging saat proses pemotongan berlangsung (Soewarno, 2024). Tahapan ini secara keseluruhan menjadi dasar utama dalam menjamin keamanan pangan dan mutu sensorik produk daging dalam sistem produksi yang berkelanjutan.

2. Proses Penyembelihan dan Pemotongan

Proses penyembelihan dan pemotongan merupakan tahapan krusial dalam penanganan pascapanen yang sangat menentukan mutu akhir produk daging. Prosedur penyembelihan harus dilakukan secara halal dan

sistematis, yang tidak hanya mempertimbangkan aspek keagamaan, tetapi juga berkontribusi terhadap kualitas dan keamanan pangan. Penyembelihan yang dilakukan sesuai kaidah halal memastikan pemotongan yang cepat dan efisien pada bagian arteri utama, sehingga memaksimalkan pengeluaran darah dan meminimalkan stres pada hewan. Prosedur ini terbukti mampu mengurangi risiko kontaminasi fisik maupun mikroba karena dilakukan secara terstruktur, higienis, dan tepat waktu. Selain itu, aspek sanitasi dan kebersihan lingkungan pemotongan memiliki peran yang tidak kalah penting. Alat-alat yang digunakan seperti pisau dan apron, serta ruangan tempat penyembelihan dan pemotongan, harus dalam kondisi steril dan rutin disanitasi. Pembersihan yang konsisten bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang yang dapat berasal dari sisa darah, jaringan hewan, atau mikroorganisme patogen yang terdapat di permukaan peralatan dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, penerapan standar operasional prosedur (SOP) kebersihan secara ketat dalam tahap ini menjadi keharusan guna menjamin produk daging yang aman, layak konsumsi, dan sesuai standar mutu (Santoso,, 2022).

3. Pendinginan & Penyimpanan

Tahap pendinginan dan penyimpanan merupakan fase penting dalam penanganan pascapanen yang berfungsi untuk menjaga kualitas dan keamanan mikrobiologis daging. Setelah proses penyembelihan selesai, daging

harus segera didinginkan hingga mencapai suhu antara 0–4 °C atau bahkan –1 sampai 0 °C untuk memperoleh hasil pendinginan yang optimal. Pendinginan dini ini bertujuan memperlambat pertumbuhan mikroorganisme serta menghambat proses biokimia yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan otot. Jika pendinginan tidak dilakukan dengan cepat dan tepat, maka risiko deteriorasi mutu daging akan meningkat secara signifikan. Selain itu, proses rigormortis, yakni fase kejang otot pascamortem, akan berlangsung dalam waktu 6 hingga 12 jam pada suhu ruang. Dalam kondisi ini, otot menjadi kaku akibat pembentukan ikatan antara aktin dan miosin di dalam serabut otot. Oleh karena itu, dilakukan proses *aging* atau pemeraman daging secara terkendali pada suhu rendah, yaitu antara 0–3 °C atau pada suhu tertentu sekitar 15–16 °C, tergantung pada metode yang digunakan. Proses *aging* ini bertujuan untuk meningkatkan kelembutan dan tekstur daging melalui aktivitas enzim proteolitik alami yang memecah struktur protein otot secara bertahap. Dengan demikian, penerapan teknik pendinginan dan penyimpanan yang tepat tidak hanya memperpanjang umur simpan daging, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan karakteristik sensorik produk akhir (Hari, 2016).

4. Mutu Mikroba dan Biokimia

Pada tahap penanganan pascapanen, mutu mikrobiologis dan biokimia daging menjadi aspek yang sangat krusial untuk diperhatikan guna menjamin keamanan dan kualitas

produk akhir. Secara alami, jaringan otot daging dalam kondisi steril setelah hewan disembelih. Namun demikian, daging sangat rentan terhadap kontaminasi eksternal yang dapat terjadi melalui berbagai sumber seperti kulit hewan, peralatan pemotong, udara di lingkungan kerja, serta kontak langsung dengan operator selama proses penanganan. Kontaminasi ini dapat menyebabkan proliferasi mikroorganisme patogen maupun pembusuk, yang berdampak pada penurunan mutu organoleptik, umur simpan, serta potensi timbulnya penyakit bawaan pangan pada konsumen. Oleh karena itu, penerapan prinsip higienis dan sanitasi secara menyeluruh di seluruh rantai pascapanen mutlak diperlukan. Setiap tahap, mulai dari pemotongan, pencucian, pendinginan, hingga penyimpanan, harus dilakukan dengan pengawasan yang ketat terhadap kebersihan lingkungan, alat, serta personel yang terlibat. Sanitasi yang konsisten akan meminimalkan kemungkinan terjadinya *spoilage* serta menjaga kestabilan biokimiawi daging, seperti kestabilan pH dan aktivitas enzimatis, yang turut memengaruhi kualitas dan keamanan pangan secara keseluruhan (Soewarno, 2024).

3.1.3 Tantangan dan Teknologi Intervensi Modern

Dalam industri pengolahan daging, tantangan utama yang dihadapi adalah menjaga mutu, memperpanjang umur simpan, serta memastikan keamanan produk dari ancaman kontaminasi mikrobiologis. Untuk menjawab tantangan ini, berbagai teknologi intervensi modern telah dikembangkan dan diimplementasikan secara luas. Beberapa pendekatan

inovatif yang terbukti efektif antara lain adalah penggunaan teknologi high hydrostatic pressure (HPP), iradiasi, active packaging atau kemasan aktif, electric pulse field, serta pemanfaatan antimikroba alami seperti essential oils. Teknologi HPP, misalnya, bekerja dengan memberikan tekanan tinggi secara merata pada produk tanpa merusak struktur kimiawi daging, sehingga mampu menonaktifkan mikroorganisme patogen tanpa menurunkan kualitas sensori produk. Sementara itu, iradiasi dan electric pulse field memberikan efek letal terhadap mikroba melalui mekanisme fisik, tanpa menyebabkan peningkatan suhu yang merusak protein atau lemak dalam daging. Kemasan aktif juga menjadi inovasi penting karena mampu melepaskan senyawa antimikroba secara perlahan selama penyimpanan, sehingga memperlambat laju kerusakan.

Selain penerapan teknologi tunggal, pendekatan kombinatorial yang dikenal sebagai hurdle technology juga semakin banyak digunakan. Pendekatan ini mengintegrasikan beberapa metode pengawetan dalam satu sistem untuk menciptakan hambatan berlapis yang efektif dalam menekan pertumbuhan mikroba patogen. Kombinasi tersebut dapat mencakup penggunaan suhu rendah, pH rendah, aktivitas air yang dikontrol, serta aditif alami secara bersamaan. Sinergi dari beberapa hambatan ini memungkinkan pengurangan intensitas masing-masing metode, sehingga tetap menjaga kualitas sensori daging sembari meningkatkan keamanannya. Strategi ini terbukti efektif dalam mengatasi tantangan kontaminasi tanpa harus bergantung pada satu metode

tunggal, serta memungkinkan produksi daging olahan yang lebih sehat, aman, dan berkualitas tinggi (Zhao et al., 2016).

3.1.4 Kebijakan Regulasi dan Sistem Manajemen

Dalam konteks industri pengolahan daging, kebijakan regulasi dan sistem manajemen mutu memainkan peran sentral dalam menjamin keamanan pangan serta meningkatkan daya saing produk di pasar domestik dan global. Dua sistem utama yang menjadi pijakan dalam standar keamanan pangan internasional adalah Good Hygienic Practice (GHP) dan Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). GHP berfokus pada penerapan prinsip-prinsip higienis dalam seluruh proses produksi, sedangkan HACCP mengidentifikasi titik-titik kritis dalam rantai produksi yang harus dikendalikan untuk mencegah bahaya biologis, kimiawi, dan fisik. Meskipun kedua sistem ini telah diakui secara luas sebagai fondasi sistem keamanan pangan global, implementasinya di Indonesia hingga kini masih bersifat sukarela pada sebagian besar pelaku industri, khususnya pada skala usaha kecil dan menengah (Zhao et al., 2016).

Selain sistem internasional tersebut, Indonesia juga telah mengembangkan mekanisme sertifikasi nasional sebagai bagian dari jaminan keamanan pangan produk asal hewan. Sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner (NKV) berfungsi sebagai bukti bahwa suatu unit usaha memenuhi persyaratan higiene dan sanitasi dalam produksi pangan asal hewan. Di sisi lain, Sertifikat Produksi Pangan Industri Rumah Tangga (SPP-IRT) diterapkan pada usaha skala kecil untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan telah melalui proses pengawasan yang

memenuhi ketentuan keamanan pangan. Kedua bentuk sertifikasi ini menjadi tolok ukur penting dalam sistem pengawasan pangan nasional, sekaligus sebagai upaya untuk meningkatkan kesadaran dan kepatuhan terhadap standar mutu di seluruh lini industri pengolahan daging (Zhao et al., 2010).

Sebagai kesimpulan, pendahuluan pada bab 3 ini menekankan pentingnya integrasi prinsip fisik, biologi, mikrobiologi, teknologi, dan manajemen mutu dalam penanganan pascapanen daging. Dengan menerapkan prosedur hygiene yang ketat, teknologi intervensi modern, serta kebijakan yang mendukung, kualitas dan keamanan daging tetap terjaga hingga sampai ke konsumen.

3.2 Tujuan Penanganan Pascapanen

Penanganan pascapanen dalam industri pengolahan daging bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan fisik, kimia, dan mikrobiologis yang dapat menurunkan mutu produk. Proses ini juga berperan penting dalam menjaga kesegaran serta mempertahankan kandungan gizi daging agar tetap sesuai dengan kebutuhan konsumen. Selain itu, penerapan penanganan pascapanen yang baik memungkinkan produk memenuhi standar keamanan pangan yang berlaku, sekaligus meningkatkan nilai jual dan daya saing daging di pasar nasional maupun internasional.

3.2.1 Menjaga Mutu Daging

Menjaga mutu daging merupakan salah satu tujuan fundamental dalam penanganan pascapanen yang bertujuan untuk memastikan kualitas produk tetap optimal hingga

sampai ke tangan konsumen. Mutu daging mencakup berbagai aspek, baik secara fisik, kimia, maupun organoleptik. Kualitas fisik merujuk pada warna, tekstur, dan tingkat kelembutan daging yang dapat memengaruhi persepsi konsumen terhadap kesegaran dan ketertarikan visual produk. Dari sisi kimia, kandungan gizi seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral harus dipertahankan agar nilai nutrisi daging tidak menurun akibat oksidasi atau degradasi enzimatis. Sementara itu, karakteristik organoleptik seperti aroma dan rasa berperan besar dalam menentukan preferensi konsumen dan penerimaan pasar terhadap produk olahan daging.

Untuk menjamin mutu tersebut, proses pendinginan dan aging memiliki peran yang sangat penting. Pendinginan yang dilakukan segera setelah penyembelihan dapat memperlambat aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroorganisme yang merusak jaringan otot. Sementara itu, proses aging atau pemeraman daging dalam suhu rendah yang terkontrol membantu meningkatkan kelembutan melalui pemecahan protein miofibril oleh enzim proteolitik alami. Kombinasi dari kedua proses ini tidak hanya menjaga integritas jaringan daging, tetapi juga meningkatkan kualitas tekstur serta karakteristik sensori lainnya seperti rasa dan juiciness. Oleh karena itu, penerapan teknik pascapanen yang tepat berdasarkan prinsip ilmiah merupakan langkah penting dalam menjamin mutu daging secara keseluruhan (Lawrie & Ledward, 2014).

3.2.2 Menjamin Keamanan Pangan

Menjamin keamanan pangan merupakan aspek esensial dalam industri pengolahan daging yang tidak hanya berkaitan dengan perlindungan kesehatan konsumen, tetapi juga dengan kepatuhan terhadap standar mutu dan regulasi nasional maupun internasional. Salah satu tantangan utama dalam menjamin keamanan pangan adalah mengurangi risiko kontaminasi mikroba patogen seperti *Salmonella* spp. dan *Escherichia coli*, yang dapat terjadi pada berbagai tahapan produksi, mulai dari pemotongan, penanganan, hingga distribusi produk daging. Mikroorganisme ini berpotensi menyebabkan penyakit bawaan pangan yang serius jika tidak dikendalikan dengan tepat. Oleh karena itu, penerapan sistem manajemen keamanan pangan yang sistematis menjadi suatu keharusan dalam proses pascapanen.

Dua sistem yang umum digunakan dan telah diakui secara global adalah *Good Hygienic Practices* (GHP) dan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). GHP menekankan pentingnya kebersihan personal, sanitasi peralatan dan lingkungan, serta kontrol terhadap sumber air dan bahan baku. Sementara itu, HACCP adalah pendekatan berbasis analisis risiko yang mengidentifikasi titik-titik kritis dalam rantai produksi dan menetapkan langkah pengendalian untuk mencegah bahaya biologis, kimia, dan fisik. Implementasi kedua sistem ini secara terpadu terbukti mampu menurunkan tingkat kontaminasi dan menjamin bahwa produk daging yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Dengan demikian, penerapan prinsip-prinsip GHP dan HACCP menjadi fondasi utama dalam menciptakan sistem produksi

daging yang higienis, aman, dan berdaya saing tinggi (Zhou, Xu, & Liu, 2010).

3.2.3 Memperpanjang Umur Simpan

Memperpanjang umur simpan merupakan salah satu tujuan utama dalam penanganan pascapanen daging yang sangat penting untuk menjaga kualitas produk, mengurangi pemborosan, dan memperluas jangkauan distribusi. Umur simpan daging sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor biologis, terutama aktivitas mikroorganisme dan enzim endogen yang mempercepat proses pembusukan. Mikroorganisme patogen dan pembusuk dapat berkembang dengan cepat pada kondisi suhu yang tidak terkendali, menghasilkan senyawa-senyawa yang menyebabkan perubahan bau, warna, tekstur, serta penurunan nilai gizi daging. Selain itu, enzim-enzim alami yang masih aktif dalam jaringan otot juga dapat memicu reaksi kimia yang mempercepat kerusakan produk. Oleh karena itu, pengendalian terhadap kedua faktor tersebut merupakan kunci dalam memperpanjang masa simpan daging segar maupun olahan.

Berbagai teknologi telah dikembangkan untuk memperlambat proses kerusakan tersebut, antara lain teknologi pendinginan, pembekuan, pengemasan vakum (*vacuum packaging*), dan *modified atmosphere packaging* (MAP). Pendinginan dan pembekuan bekerja dengan menurunkan suhu hingga ke titik di mana aktivitas mikroba dan enzim sangat terhambat, sedangkan pengemasan vakum mengurangi kadar oksigen yang tersedia di dalam kemasan,

sehingga memperlambat pertumbuhan mikroba aerobik. MAP merupakan inovasi lanjutan yang menggunakan campuran gas tertentu, seperti karbon dioksida, nitrogen, dan oksigen dalam rasio terkendali untuk menciptakan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan mikroba dan oksidasi lemak. Penerapan teknologi-teknologi ini secara tepat terbukti efektif dalam mempertahankan kesegaran dan mutu produk, serta memperpanjang umur simpan daging tanpa mengorbankan aspek sensorik dan nutrisionalnya (Hui, 2012).

3.2.4 Mengurangi Susut Berat (*Weight Loss*)

Pengurangan susut berat (*weight loss*) merupakan salah satu aspek penting dalam penanganan pascapanen daging, karena secara langsung memengaruhi efisiensi produksi, nilai ekonomi, serta mutu akhir produk. Susut berat pada daging dapat terjadi akibat beberapa mekanisme, antara lain penguapan air selama penyimpanan, oksidasi lemak yang menyebabkan perubahan kimiawi dan sensorik, serta kerusakan mekanis yang terjadi selama penanganan dan distribusi. Air merupakan komponen utama dalam jaringan otot, dan kehilangan air melalui evaporasi tidak hanya menyebabkan penurunan bobot, tetapi juga memengaruhi kelembutan, juiciness, dan tampilan visual daging. Selain itu, oksidasi lemak, terutama pada suhu penyimpanan yang tidak stabil, dapat mempercepat degradasi mutu dengan menghasilkan bau tengik serta perubahan warna. Kerusakan mekanis seperti tekanan berlebih, gesekan, atau penanganan yang kasar juga berkontribusi terhadap hilangnya bagian jaringan yang bernilai ekonomis.

Untuk mengurangi tingkat susut ini, penanganan pascapanen yang baik perlu diterapkan secara menyeluruh, mulai dari pendinginan yang tepat, penggunaan kemasan pelindung, hingga pengaturan kelembaban relatif selama penyimpanan. Teknik seperti pengemasan vakum dan *modified atmosphere packaging* (MAP) juga berperan penting dalam mempertahankan kelembaban internal dan memperlambat oksidasi. Dengan penerapan teknologi dan manajemen pascapanen yang efektif, kehilangan berat daging dapat diminimalkan secara signifikan, sehingga meningkatkan hasil akhir yang layak jual dan mengoptimalkan nilai produk dalam rantai distribusi (Aberle et al., 2012).

3.2.5 Memenuhi Standar Kesehatan dan Regulasi

Memenuhi standar kesehatan dan regulasi merupakan salah satu tujuan strategis dalam penanganan pascapanen daging, khususnya dalam konteks jaminan mutu, perlindungan konsumen, dan daya saing di pasar global. Produk daging harus memenuhi berbagai persyaratan yang ditetapkan oleh standar nasional maupun internasional, seperti Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Codex Alimentarius. Standar-standar ini mencakup parameter mutu fisik, kimia, dan mikrobiologis, serta ketentuan tentang higiene, sanitasi, dan keamanan pangan yang harus dipenuhi sepanjang rantai produksi. Misalnya, SNI 3932:2008 yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) menetapkan kriteria teknis untuk daging segar, termasuk warna, bau, konsistensi, kadar air, serta batas maksimum cemaran mikroba dan residu kimia yang diperbolehkan.

Kepatuhan terhadap standar ini tidak hanya menjamin keamanan produk bagi konsumen, tetapi juga meningkatkan kepercayaan pasar terhadap industri pengolahan daging dalam negeri.

Dalam konteks ekspor dan perdagangan global, pemenuhan standar tersebut menjadi semakin penting. Negara tujuan ekspor umumnya memiliki regulasi ketat terkait keamanan pangan, dan hanya menerima produk yang telah tersertifikasi serta sesuai dengan standar internasional yang berlaku. Oleh karena itu, pengelolaan pascapanen yang memperhatikan regulasi kesehatan dan mutu tidak hanya mendukung keberlanjutan industri, tetapi juga membuka peluang lebih besar bagi produk daging Indonesia untuk bersaing di pasar internasional (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

3.2.6 Meningkatkan Nilai Ekonomi dan Daya Saing

Peningkatan nilai ekonomi dan daya saing merupakan tujuan akhir dari seluruh rangkaian proses penanganan pascapanen dalam industri pengolahan daging. Mutu daging yang tinggi, baik dari aspek sensorik, gizi, maupun keamanan pangan, berkontribusi langsung terhadap peningkatan harga jual produk serta daya saingnya di pasar, baik domestik maupun ekspor. Konsumen cenderung bersedia membayar lebih untuk produk yang memiliki tampilan menarik, tekstur lembut, aroma segar, serta terjamin keamanannya. Di sisi lain, pasar internasional mensyaratkan kepatuhan terhadap standar mutu dan regulasi ketat, sehingga hanya produk dengan kualitas unggul yang mampu bersaing dan diterima. Dalam

konteks ini, penanganan pascapanen yang tepat dan terstandar menjadi faktor kunci yang tidak dapat diabaikan.

Penanganan yang buruk dapat menyebabkan penurunan mutu daging secara signifikan, yang pada akhirnya berdampak pada tingginya angka penolakan produk, baik oleh konsumen maupun otoritas pengawas mutu pangan di negara tujuan ekspor. Kerugian ekonomi akibat penolakan tersebut tidak hanya memengaruhi pendapatan pelaku usaha, tetapi juga menciptakan citra negatif terhadap produk daging nasional. Oleh karena itu, penerapan teknologi dan manajemen pascapanen yang baik bukan sekadar persoalan teknis, melainkan bagian integral dari strategi peningkatan nilai tambah dan daya saing industri daging secara keseluruhan (Santoso, Nurjannah, & Egra, 2022).

3.2.7 Mendukung Kesejahteraan Konsumen

Penanganan pascapanen yang optimal tidak hanya berorientasi pada aspek teknis dan ekonomi, tetapi juga memiliki kontribusi penting dalam mendukung kesejahteraan konsumen secara luas. Salah satu tujuan fundamental dari sistem pascapanen adalah menyediakan daging yang sehat, bergizi, dan aman untuk dikonsumsi, sehingga dapat mendukung peningkatan status kesehatan masyarakat. Daging merupakan sumber utama protein hewani berkualitas tinggi, serta mengandung vitamin dan mineral esensial seperti zat besi, seng, dan vitamin B12 yang sangat dibutuhkan tubuh. Namun, manfaat gizi ini hanya dapat diperoleh jika produk daging bebas dari cemaran mikroba patogen, residu kimia, dan kontaminan lainnya. Oleh karena itu, sistem penanganan

pascapanen yang higienis, terstandar, dan berkelanjutan menjadi bagian yang tak terpisahkan dari upaya penyediaan pangan sehat bagi konsumen.

Lebih lanjut, ketersediaan daging yang aman dan bermutu juga berperan dalam memperkuat ketahanan pangan hewani, yaitu kemampuan suatu negara untuk menjamin ketersediaan dan akses terhadap produk hewani secara cukup, terjangkau, dan berkelanjutan. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO), jaminan terhadap mutu dan keamanan daging harus menjadi bagian dari strategi nasional dalam mewujudkan sistem pangan yang adil dan inklusif. Dengan demikian, penguatan praktik pascapanen yang baik tidak hanya mendukung pembangunan sektor peternakan dan industri daging, tetapi juga berkontribusi langsung terhadap pemenuhan hak dasar masyarakat akan pangan yang layak, sehat, dan bergizi (FAO, 2018).

3.3 Prinsip Penanganan Pascapanen Daging

Penanganan pascapanen daging yang tepat merupakan salah satu aspek krusial dalam menjaga mutu, keamanan, dan daya tahan produk hingga sampai ke tangan konsumen. Setiap tahapan dalam proses ini harus dilakukan secara sistematis dan higienis guna menghindari kontaminasi serta memperpanjang umur simpan daging. Tabel berikut merangkum tahapan utama dalam penanganan pascapanen, mulai dari proses penyembelihan hingga distribusi, yang secara keseluruhan membentuk sistem pengolahan daging yang berstandar tinggi dan layak konsumsi.

Tabel 3.1. Prinsip Penanganan Pascapanen Daging

Prinsip	Penjelasan
Penyembelihan yang Higienis	Harus dilakukan di RPH (Rumah Potong Hewan) dengan prosedur halal dan sanitasi ketat.
Pembersihan dan Pencucian	Membersihkan sisa darah, kotoran, dan kontaminan dari permukaan karkas.
Pendinginan Cepat (Chilling)	Menurunkan suhu daging dari 37°C ke sekitar 0–4°C dalam waktu 24 jam untuk mencegah pertumbuhan mikroba.
Pemotongan dan Pengemasan	Pemisahan bagian karkas sesuai jenis produk dan pengemasan sesuai standar.
Penyimpanan dan Distribusi	Menggunakan rantai dingin (cold chain) dari gudang hingga ke konsumen.

Dengan penerapan tahapan penanganan pascapanen yang terstruktur dan sesuai standar, kualitas daging dapat dipertahankan secara optimal dari aspek fisik, kimia, dan mikrobiologis. Praktik penyembelihan yang higienis, pendinginan yang cepat, serta pengemasan dan distribusi dengan rantai dingin yang terjaga merupakan kunci dalam menciptakan produk daging yang aman, bergizi, dan memenuhi persyaratan kesehatan masyarakat serta kebutuhan industri pangan modern.

Pada prinsip penanganan pascapanen daging, hal ini mencakup rangkaian tindakan yang bertujuan untuk menjaga mutu, keamanan pangan, dan umur simpan daging sejak pemotongan hewan hingga sampai ke konsumen. Prinsip ini

mengacu pada konsep higiene, sanitasi, pengendalian suhu, dan manajemen distribusi.

3.3.1 Penerapan Higiene dan Sanitasi

Penerapan prinsip higiene dan sanitasi merupakan fondasi utama dalam penanganan pascapanen daging yang bertujuan untuk menjamin keamanan dan mutu produk. Seluruh tahapan proses, mulai dari penyembelihan, pengulitan, pencucian karkas, hingga pemotongan menjadi bagian retail, harus dilaksanakan sesuai dengan standar *Good Hygienic Practices* (GHP). GHP menekankan pada kebersihan menyeluruh di setiap titik proses untuk mencegah masuknya kontaminan biologis, kimia, maupun fisik ke dalam produk daging. Dalam praktiknya, kebersihan pekerja, sanitasi peralatan, serta lingkungan kerja yang steril menjadi hal mutlak untuk menghindari risiko kontaminasi mikroba patogen yang dapat menyebabkan kerusakan produk atau penyakit bawaan pangan.

Selain itu, penting untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang, terutama antara daging mentah dan produk siap konsumsi. Kontaminasi silang sering kali terjadi akibat penggunaan peralatan yang tidak dibersihkan secara menyeluruh atau karena penanganan produk yang tidak terpisah antara tahap mentah dan matang. Oleh karena itu, diperlukan sistem kerja yang terorganisir dan kesadaran tinggi dari seluruh personel terhadap pentingnya praktik higienis. Dengan penerapan GHP secara konsisten, risiko kontaminasi dapat ditekan secara signifikan, sehingga kualitas

mikrobiologis daging tetap terjaga dari awal hingga ke tangan konsumen (FAO, 2018; Lawrie & Ledward, 2014).

3.3.2 Pengendalian Suhu (*Cold Chain Management*)

Pengendalian suhu merupakan prinsip utama dalam penanganan pascapanen daging yang berfungsi untuk menjaga kestabilan mutu dan keamanan produk dari tahap pemotongan hingga sampai ke konsumen. Salah satu metode kritis dalam pengendalian suhu adalah proses pendinginan cepat (*chilling*), yang dilakukan segera setelah pemotongan untuk menurunkan suhu inti karkas hingga mencapai kisaran 0–4 °C. Langkah ini sangat penting untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan patogen yang dapat berkembang cepat pada suhu ruang. Penundaan atau ketidaktepatan dalam proses pendinginan awal dapat menyebabkan terjadinya degradasi mutu yang signifikan, baik secara mikrobiologis maupun sensorik (Hui, 2012).

Selain pendinginan, proses pembekuan (*freezing*) pada suhu -18 °C atau lebih rendah menjadi strategi penting dalam memperpanjang umur simpan daging. Pembekuan mampu menghentikan hampir seluruh aktivitas mikroba dan enzimatis yang menjadi penyebab utama pembusukan. Namun demikian, agar efektivitas pendinginan dan pembekuan dapat dipertahankan sepanjang rantai distribusi, sistem *cold chain management* harus diterapkan secara menyeluruh. *Cold chain* mengacu pada pengendalian suhu rendah secara berkelanjutan dari gudang penyimpanan, selama transportasi, hingga ke titik penjualan atau konsumsi. Setiap gangguan suhu dalam rantai ini berpotensi menurunkan mutu dan

keamanan produk secara drastis. Oleh karena itu, keberhasilan pengendalian suhu menjadi indikator utama efektivitas penanganan pascapanen daging, sekaligus jaminan terhadap mutu dan kelayakan produk di pasar (Zhou, Xu, & Liu, 2010; Hui, 2012).

3.3.3 Penerapan Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan (HACCP)

Penerapan sistem jaminan mutu dan keamanan pangan berbasis *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) merupakan salah satu prinsip paling fundamental dalam penanganan pascapanen daging modern. Sistem ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya potensial yang dapat memengaruhi keamanan produk pangan, baik dari aspek biologis, kimia, maupun fisik. Dalam konteks industri pengolahan daging, penerapan HACCP dimulai dengan penentuan *Critical Control Points* (CCP), yaitu titik-titik kritis dalam rantai produksi di mana pengendalian sangat diperlukan untuk mencegah, menghilangkan, atau mengurangi risiko bahaya ke tingkat yang dapat diterima. Tahapan seperti pemotongan, pendinginan, dan pengemasan merupakan CCP yang umum ditemui karena pada tahap inilah risiko kontaminasi paling besar terjadi apabila tidak diawasi dengan baik (Codex Alimentarius Commission, 2020).

Sistem HACCP tidak hanya menjadi alat teknis untuk meningkatkan keamanan pangan, tetapi juga merupakan syarat penting dalam pemenuhan regulasi nasional dan internasional. Di Indonesia, prinsip-prinsip HACCP telah diadopsi ke dalam regulasi nasional, termasuk dalam Standar

Nasional Indonesia (SNI) 3932:2008 tentang syarat mutu daging segar, yang menetapkan pedoman mutu dan keamanan produk asal hewan. Penerapan HACCP secara konsisten mampu meningkatkan kepercayaan konsumen, memperluas akses pasar, dan memperkuat posisi produk daging dalam perdagangan global. Selain itu, sistem ini mendorong pelaku industri untuk menerapkan pendekatan preventif daripada reaktif dalam pengendalian mutu, sehingga proses produksi menjadi lebih efisien dan akuntabel (Badan Standardisasi Nasional, 2008; Codex Alimentarius Commission, 2020).

3.3.4 Pengendalian Aktivitas Mikroba

Pengendalian aktivitas mikroba merupakan prinsip penting dalam penanganan pascapanen daging untuk menjamin keamanan pangan serta memperpanjang umur simpan produk. Mikroorganisme patogen dan pembusuk, seperti *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, dan *Escherichia coli*, dapat masuk ke dalam rantai pascapanen melalui berbagai jalur, termasuk alat pemrosesan yang tidak higienis, lingkungan produksi yang terkontaminasi, serta praktik kerja yang tidak bersih. Oleh karena itu, menjaga kebersihan peralatan, lingkungan kerja, dan personalia secara ketat menjadi langkah awal yang krusial dalam mencegah kontaminasi mikroba. Sanitasi yang baik tidak hanya mengurangi populasi mikroorganisme, tetapi juga mencegah terbentuknya biofilm yang dapat menjadi sumber kontaminasi berulang (Sofos, 2008).

Selain kontrol kebersihan, inovasi dalam teknologi pengemasan juga berperan penting dalam menghambat pertumbuhan mikroba pascapanen. Teknik seperti Modified Atmosphere Packaging (MAP) dan vacuum packaging terbukti efektif dalam menciptakan lingkungan penyimpanan yang tidak mendukung aktivitas mikroba. MAP, misalnya, memanfaatkan kombinasi gas seperti karbon dioksida dan nitrogen untuk memperlambat respirasi mikroorganisme dan oksidasi lemak. Sementara itu, pengemasan vakum menghilangkan oksigen dari ruang penyimpanan, sehingga memperlambat pertumbuhan mikroba aerobik. Di samping teknologi fisik, pendekatan biokimia seperti penggunaan bahan antimikroba alami juga menjadi solusi berkelanjutan dalam pengendalian mikroba. Senyawa seperti minyak esensial (misalnya dari thyme atau oregano) dan asam organik (seperti asam laktat dan asam asetat) diketahui memiliki sifat antimikroba yang dapat digunakan sebagai pengawet tambahan pada daging tanpa meninggalkan residu berbahaya (Zhou et al., 2010). Dengan demikian, kombinasi strategi kebersihan, teknologi pengemasan, dan agen antimikroba alami memberikan perlindungan berlapis terhadap pertumbuhan mikroba dalam penanganan pascapanen daging.

3.3.5 Penanganan dan Distribusi yang Tepat

Penanganan dan distribusi yang tepat merupakan tahapan akhir dalam sistem penanganan pascapanen daging yang memiliki peran krusial dalam menjaga mutu, keamanan, serta nilai ekonomi produk. Salah satu aspek utama dalam

distribusi adalah penggunaan transportasi berpendingin (*refrigerated transport*), yang berfungsi mempertahankan suhu optimal selama proses pengiriman. Suhu penyimpanan yang stabil, khususnya dalam rentang 0–4 °C untuk daging segar atau di bawah -18 °C untuk produk beku, sangat penting untuk menghambat aktivitas mikroba dan memperlambat reaksi degradasi enzimatik. Gangguan suhu selama transportasi dapat mempercepat pembusukan dan mengurangi umur simpan produk secara drastis, sehingga mengancam keamanan pangan dan menimbulkan kerugian ekonomi.

Selain pengendalian suhu, aspek mekanis dalam distribusi juga perlu diperhatikan, terutama untuk menghindari kerusakan fisik seperti memar (*bruising*) atau robekan pada permukaan daging. Kerusakan semacam ini tidak hanya merusak tampilan visual dan nilai jual produk, tetapi juga menjadi titik lemah yang rentan terhadap kontaminasi mikroba. Oleh karena itu, sistem distribusi harus dirancang dengan mempertimbangkan perlindungan fisik dan stabilitas suhu produk secara menyeluruh. Penggunaan wadah pelindung, pengaturan posisi produk selama pengangkutan, serta pelatihan pekerja logistik mengenai teknik pemindahan yang aman menjadi bagian integral dari sistem distribusi yang efisien dan higienis. Penanganan distribusi yang baik akan memastikan bahwa mutu daging yang telah dijaga sejak tahap awal tetap terpelihara hingga ke tangan konsumen (Aberle et al., 2012).

3.3.6 Peningkatan Kualitas (*Meat Aging*)

Peningkatan kualitas daging melalui proses aging atau pematangan merupakan salah satu prinsip penting dalam penanganan pascapanen, yang bertujuan untuk mengoptimalkan tekstur, kelembutan, dan cita rasa produk. Proses ini dilakukan dengan menyimpan daging pada suhu yang terkendali, biasanya antara 0–4 °C, selama periode waktu tertentu, umumnya beberapa hari. Selama proses aging, enzim proteolitik alami dalam jaringan otot bekerja memecah serat otot dan jaringan ikat, sehingga menghasilkan daging yang lebih empuk dan mudah dikunyah. Selain itu, pematangan juga berkontribusi terhadap pengembangan cita rasa khas yang lebih kompleks dan disukai oleh konsumen (Lawrie & Ledward, 2014).

Namun demikian, keberhasilan proses aging sangat bergantung pada kontrol suhu dan waktu yang ketat untuk menghindari risiko terjadinya cold shortening atau thaw rigor. Cold shortening terjadi ketika otot menciut terlalu cepat karena pendinginan yang terlalu cepat sebelum proses rigor mortis selesai, sedangkan thaw rigor terjadi ketika daging dibekukan sebelum rigor mortis dan kemudian dicairkan, menyebabkan kontraksi otot yang berlebihan. Kedua kondisi ini berdampak negatif terhadap tekstur daging, menjadikannya keras dan kurang diminati. Oleh karena itu, proses aging yang tepat tidak hanya meningkatkan nilai sensorik daging, tetapi juga mencegah potensi kerusakan kualitas akibat penanganan suhu yang tidak sesuai. Dengan demikian, aging merupakan langkah strategis dalam

meningkatkan mutu daging dan memperkuat daya saing produk di pasar (Lawrie & Ledward, 2014).

3.3.7 Kepatuhan terhadap Regulasi dan Standar

Kepatuhan terhadap regulasi dan standar mutu merupakan elemen krusial dalam prinsip penanganan pascapanen daging yang berorientasi pada perlindungan konsumen, peningkatan daya saing produk, dan penguatan sistem keamanan pangan nasional. Di Indonesia, Standar Nasional Indonesia (SNI) 3932:2008 menjadi acuan utama dalam menentukan persyaratan mutu daging segar, yang mencakup aspek sensorik, mikrobiologis, serta kontaminan kimia yang diperbolehkan. SNI ini dirancang agar sejalan dengan standar internasional seperti Codex Alimentarius, sehingga produk daging Indonesia dapat bersaing di pasar global dan diterima dalam perdagangan internasional. Penerapan standar ini bukan hanya bersifat teknis, tetapi juga menjadi bagian dari tanggung jawab produsen dalam menjamin keamanan dan mutu produk hewani yang mereka hasilkan (BSN, 2008).

Selain itu, sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner (NKV) yang dikeluarkan oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia melalui Direktorat Kesehatan Hewan merupakan indikator legal dan teknis bahwa suatu unit usaha telah memenuhi persyaratan higiene dan sanitasi sesuai regulasi. Panduan penerapan NKV mencakup seluruh rantai produksi, mulai dari pemotongan, pengolahan, hingga distribusi daging, serta mewajibkan penerapan sistem manajemen keamanan pangan seperti Good Hygienic Practices (GHP) dan *Hazard Analysis*

and Critical Control Points (HACCP). Kepatuhan terhadap NKV tidak hanya menunjukkan keseriusan pelaku usaha dalam menjaga keamanan produk, tetapi juga meningkatkan kepercayaan konsumen dan otoritas pengawasan pangan. Dengan demikian, kepatuhan terhadap regulasi dan standar nasional maupun internasional merupakan bagian integral dari strategi manajemen mutu yang berkelanjutan dalam industri pengolahan daging (Direktorat Kesehatan Hewan, 2020).

Prinsip penanganan pascapanen daging menitikberatkan pada higiene, pengendalian suhu, keamanan pangan berbasis HACCP, pengendalian mikroba, dan kepatuhan regulasi. Penerapan prinsip ini dapat menjaga mutu daging, memperpanjang umur simpan, serta meningkatkan keamanan pangan bagi konsumen.

3.4 Teknologi Pendinginan Daging

Pendinginan merupakan salah satu metode paling penting dalam penanganan pascapanen daging, yang berfungsi untuk menghambat aktivitas mikroorganisme dan memperlambat proses kerusakan biologis. Berbagai jenis sistem pendinginan telah dikembangkan untuk menyesuaikan kebutuhan penyimpanan daging, baik untuk konsumsi jangka pendek maupun penyimpanan jangka panjang. Tabel berikut menyajikan beberapa jenis pendinginan yang umum digunakan dalam industri pengolahan daging, beserta suhu operasional dan tujuan utamanya.

Tabel 3.2. Teknologi Pendinginan Daging

Jenis	Suhu	Tujuan
Chilling	0–4°C	Menyimpan daging segar dalam jangka pendek (1–2 minggu)
Freezing	≤ -18°C	Penyimpanan jangka panjang (hingga beberapa bulan)
Superchilling	-1°C sampai -3°C	Menambah umur simpan daging tanpa pembekuan penuh
Blast Freezing	-40°C	Pembekuan cepat untuk menjaga tekstur dan nutrisi

Pemilihan jenis pendinginan yang tepat memiliki dampak signifikan terhadap kualitas, keamanan, dan umur simpan daging. Mulai dari *chilling* untuk distribusi cepat, *superchilling* sebagai alternatif tanpa pembekuan penuh, hingga *blast freezing* untuk menjaga struktur dan nutrisi dalam pembekuan mendadak, masing-masing metode memiliki peran spesifik dalam rantai pasokan daging. Oleh karena itu, pemahaman dan penerapan sistem pendinginan secara optimal merupakan kunci dalam memastikan keberhasilan manajemen pascapanen daging secara menyeluruh.

Pendinginan memberikan sejumlah keuntungan penting dalam penanganan pascapanen daging, di antaranya adalah kemampuannya menekan pertumbuhan bakteri pembusuk, menjaga warna serta aroma alami daging, dan memperlambat berbagai reaksi kimia yang dapat merusak kualitas produk. Dengan menghambat aktivitas mikroorganisme dan degradasi enzimatik, pendinginan secara signifikan memperpanjang

umur simpan serta mempertahankan mutu sensorik dan keamanan daging selama proses distribusi dan penyimpanan.

Kemudian, istilah teknologi pendinginan daging mengacu kepada penerapan metode pengendalian suhu rendah untuk memperlambat aktivitas enzimatik dan pertumbuhan mikroba sehingga dapat mempertahankan mutu, keamanan pangan, dan memperpanjang umur simpan daging. Teknologi ini menjadi kunci utama dalam penanganan pascapanen daging.

3.4.1 *Chilling* (Pendinginan)

Chilling atau pendinginan merupakan teknologi pascapanen daging yang dilakukan dengan cara menurunkan suhu daging segera setelah proses pemotongan hingga mendekati titik beku, yaitu dalam kisaran 0–4 °C, tanpa menyebabkan pembentukan kristal es. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme, terutama bakteri pembusuk dan patogen, serta memperlambat laju reaksi biokimia atau enzimatik yang dapat merusak mutu daging. Dengan demikian, *chilling* sangat penting dalam mempertahankan kesegaran, kualitas sensorik, dan keamanan daging selama penyimpanan jangka pendek dan distribusi awal (Lawrie & Ledward, 2014).

Dalam praktik industri, terdapat beberapa metode *chilling* yang umum digunakan, yaitu air *chilling* dan *spray chilling*. Air *chilling* dilakukan dengan menggunakan aliran udara dingin bersirkulasi yang diarahkan langsung pada permukaan karkas, memberikan efek pendinginan bertahap yang relatif merata. Metode ini umum digunakan karena tidak

menyebabkan akumulasi air pada permukaan daging, sehingga mengurangi risiko kontaminasi silang. Sementara itu, spray chilling merupakan teknik penyemprotan air dingin secara berkala pada karkas selama proses pendinginan. Selain membantu menurunkan suhu, metode ini juga berfungsi untuk mengurangi kehilangan berat (*shrinkage*) akibat penguapan air dari permukaan daging. Kedua metode ini memiliki kelebihan masing-masing dan dapat dipilih sesuai dengan tujuan produksi serta karakteristik fasilitas pengolahan (Hui, 2012). Oleh karena itu, penguasaan terhadap teknologi chilling menjadi kunci dalam menjamin kualitas daging sejak awal proses pascapanen.

3.4.2 *Freezing* (Pembekuan)

Freezing atau pembekuan merupakan salah satu teknologi pendinginan daging yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan produk dengan cara menurunkan suhu daging hingga mencapai -18°C atau lebih rendah. Pada suhu ini, aktivitas mikroorganisme dan enzim yang menyebabkan pembusukan akan terhenti secara efektif, sehingga memungkinkan daging disimpan dalam jangka panjang tanpa kehilangan mutu secara signifikan. Proses pembekuan tidak hanya berfungsi sebagai pengawetan, tetapi juga merupakan strategi penting dalam sistem distribusi global produk daging, terutama untuk ekspor dan penyimpanan stok musiman (Aberle et al., 2012; Hui, 2012).

Terdapat dua metode utama dalam proses pembekuan daging, yaitu slow freezing dan fast atau blast freezing. Slow freezing dilakukan dengan menurunkan suhu secara bertahap,

namun metode ini cenderung membentuk kristal es berukuran besar di dalam jaringan otot. Kristal besar tersebut dapat merusak struktur sel dan menyebabkan kehilangan cairan (*drip loss*) yang tinggi saat proses pencairan, sehingga tekstur dan kualitas sensorik daging menurun. Sebaliknya, *fast freezing* atau *blast freezing* dilakukan dengan menurunkan suhu secara cepat hingga $\leq -30^{\circ}\text{C}$, sehingga kristal es yang terbentuk berukuran lebih kecil dan tidak merusak jaringan. Metode ini lebih disukai dalam industri modern karena mampu menjaga integritas tekstur dan nilai gizi daging secara optimal. Dengan penyimpanan pada suhu beku yang stabil, daging dapat bertahan hingga 6–12 bulan, tergantung pada jenis produk dan kondisi kemasan (Hui, 2012). Oleh karena itu, pembekuan menjadi pilar utama dalam rantai dingin (*cold chain*) industri pengolahan daging.

3.4.3 *Superchilling* (Pendinginan Super)

Superchilling atau pendinginan super adalah teknologi pengawetan daging yang dilakukan dengan menurunkan suhu produk sedikit di bawah titik bekunya, yaitu antara -1 hingga -2°C , tanpa menyebabkan pembentukan kristal es dalam jumlah besar. Berbeda dengan pembekuan penuh yang menghasilkan es di seluruh jaringan daging, *superchilling* hanya membekukan sebagian kecil air dalam sel, sehingga tekstur dan integritas jaringan tetap terjaga. Teknologi ini bertujuan untuk menjembatani kelemahan dari sistem chilling konvensional dan pembekuan total, dengan memberikan masa simpan yang lebih panjang namun tetap

mempertahankan mutu daging mendekati kondisi segar (Zhou, Xu, & Liu, 2010).

Keunggulan utama dari *superchilling* terletak pada kemampuannya untuk memperpanjang umur simpan daging 1,5 hingga 2 kali lebih lama dibandingkan metode pendinginan biasa, tanpa mengorbankan kualitas sensorik seperti warna, rasa, dan kelembutan. Selain itu, metode ini mengurangi risiko drip loss saat pencairan, yang sering terjadi pada daging beku akibat kerusakan jaringan oleh kristal es besar. Dengan suhu yang stabil dan tepat di bawah titik beku, pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk dapat ditekan secara efektif, menjadikan *superchilling* sebagai pilihan unggul untuk distribusi dan pemasaran daging segar dalam jangka waktu menengah. Oleh karena itu, teknologi *superchilling* semakin banyak diterapkan dalam industri pengolahan daging modern sebagai strategi efisien yang menggabungkan keuntungan dari pendinginan dan pembekuan (Zhou et al., 2010).

3.4.4 *Cryogenic Freezing*

Cryogenic freezing merupakan teknologi pembekuan lanjutan yang menggunakan zat kriogenik, seperti nitrogen cair (-196°C) atau karbon dioksida cair, untuk menurunkan suhu daging secara sangat cepat. Proses ini dikenal sebagai metode pembekuan ultra cepat (*ultra-rapid freezing*), di mana panas dikeluarkan dari permukaan produk dalam waktu yang sangat singkat melalui kontak langsung dengan gas kriogenik. Karena kecepatan pembekuannya yang ekstrem, teknologi ini menghasilkan kristal es berukuran sangat kecil yang terbentuk

secara merata di dalam jaringan otot, sehingga risiko kerusakan sel dan jaringan menjadi minimal (Sun, 2016).

Keunggulan utama dari *cryogenic freezing* terletak pada kemampuannya menjaga struktur mikro dan kualitas sensorik daging secara optimal. Karena jaringan tidak mengalami kerusakan akibat kristal es besar, tekstur, rasa, dan kelembutan produk tetap menyerupai daging segar bahkan setelah pencairan. Oleh karena itu, teknologi ini sangat sesuai untuk produk-produk premium dan bernilai tinggi, seperti daging sapi wagyu, seafood, serta produk olahan yang sensitif terhadap perubahan mutu. Selain itu, proses pembekuan yang cepat juga memperpendek waktu proses dan mengurangi risiko kontaminasi mikroba selama tahap pembekuan. Meskipun investasi awal dan biaya operasional *cryogenic freezing* relatif tinggi dibandingkan metode pembekuan konvensional, manfaat kualitas dan efisiensi yang ditawarkannya menjadikan teknologi ini semakin diminati dalam industri pengolahan daging modern (Sun, 2016).

3.4.5 Vacuum Cooling

Vacuum cooling merupakan teknologi pendinginan inovatif yang bekerja dengan cara menurunkan tekanan udara di sekitar daging hingga mencapai tingkat di mana air pada permukaan daging menguap dengan cepat. Proses penguapan ini bersifat endotermis, artinya menyerap panas dari jaringan daging, sehingga suhu produk menurun drastis dalam waktu singkat. Teknik ini sangat efektif karena mampu menurunkan suhu inti daging dalam hitungan menit, jauh lebih cepat dibandingkan metode konvensional seperti air

chilling atau blast freezing. Proses pendinginan ini umumnya dilakukan di ruang hampa udara, dan sangat bergantung pada luas permukaan produk serta kadar air yang tersedia untuk diuapkan (Hui, 2012).

Keunggulan utama dari vacuum cooling terletak pada kecepatannya dan efisiensi energi yang tinggi. Teknologi ini sangat ideal digunakan untuk produk daging dengan ukuran kecil atau ketebalan rendah, seperti potongan unggas, irisan daging sapi, atau produk siap masak. Selain mempercepat waktu proses, pendinginan yang cepat juga membantu mengurangi risiko kontaminasi mikroba yang dapat berkembang selama pendinginan lambat. Namun, karena proses ini menyebabkan sedikit kehilangan air dari jaringan, perlu penyesuaian teknik pengemasan atau penambahan kelembaban untuk menjaga kualitas sensorik produk. Meskipun masih terbatas penerapannya di industri daging dalam skala besar, vacuum cooling dinilai sebagai solusi efisien untuk memenuhi kebutuhan rantai dingin yang cepat dan higienis dalam sistem distribusi modern (Hui, 2012).

3.4.6 Technology Integration (*Cold Chain Management*)

Cold chain management atau manajemen rantai dingin merupakan integrasi teknologi pendinginan yang menyeluruh dan berkelanjutan mulai dari rumah potong hewan, proses distribusi, hingga tahap akhir di ritel. Sistem ini dirancang untuk menjaga suhu optimal daging secara konsisten agar kualitas, keamanan, dan kesegaran produk tetap terjaga sepanjang rantai pasokan. Setiap tahap dalam rantai distribusi harus terkendali dengan ketat, karena fluktuasi suhu sedikit

saja dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme patogen, mempercepat pembusukan, serta menurunkan mutu sensorik dan nilai gizi produk daging (FAO, 2018).

Implementasi *cold chain* modern tidak hanya bergantung pada teknologi pendinginan seperti chilling atau freezing, tetapi juga pada sistem pemantauan suhu yang akurat dan real-time. Penggunaan temperature data logger dan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pelacakan suhu secara berkesinambungan, serta deteksi dini terhadap penyimpangan yang dapat membahayakan keamanan pangan. Menurut Codex Alimentarius (2020), pengendalian suhu merupakan prinsip dasar dalam sistem higiene pangan yang harus diterapkan secara sistemik dan terdokumentasi. Oleh karena itu, keberhasilan teknologi pendinginan dalam industri daging sangat bergantung pada efektivitas manajemen rantai dingin yang terintegrasi dari hulu ke hilir, guna menjamin produk daging yang aman, bermutu, dan layak konsumsi.

Dapat dilihat bahwa teknologi pendinginan daging mencakup *chilling*, *freezing*, *superchilling*, *cryogenic freezing*, dan *vacuum cooling*, yang masing-masing memiliki keunggulan sesuai kebutuhan industri. Kombinasi teknologi ini, disertai penerapan rantai dingin yang ketat, sangat penting untuk menjaga kualitas dan keamanan daging.

3.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutu Pascapanen

Mutu pascapanen daging dipengaruhi oleh faktor ante-mortem (sebelum pemotongan) dan faktor post-mortem

(setelah pemotongan). Faktor-faktor ini berpengaruh terhadap warna, tekstur, kelembutan, pH, kandungan air, keamanan mikrobiologis, dan daya simpan daging.

Faktor-faktor utama yang memengaruhi mutu daging pascapanen meliputi suhu penyimpanan, waktu antara penyembelihan dan pendinginan, kebersihan alat serta lingkungan, perlakuan selama transportasi, dan metode pengemasan. Suhu yang tidak stabil dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme, sementara keterlambatan pendinginan setelah penyembelihan meningkatkan risiko kontaminasi. Kebersihan alat dan ruang produksi juga berperan penting dalam mencegah cemaran silang. Selama transportasi, perlakuan yang tidak tepat dapat merusak struktur fisik daging. Selain itu, penggunaan kemasan seperti *vacuum packaging*, *modified atmosphere packaging* (MAP), dan plastik *food grade* membantu menjaga kesegaran, memperpanjang umur simpan, serta mempertahankan kualitas sensorik dan gizi produk.

3.5.1 Faktor Ante-Mortem (Pra-Pemotongan)

Faktor yang mempengaruhi mutu daging sebelum hewan dipotong:

1. Spesies, Ras, dan Genetik Hewan

Faktor ante-mortem, khususnya spesies, ras, dan karakteristik genetik hewan, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap mutu daging yang dihasilkan. Perbedaan spesies seperti sapi, kambing, dan ayam menyebabkan variasi dalam komposisi jaringan otot, distribusi lemak, dan struktur serat otot. Misalnya, daging

sapi umumnya memiliki serat otot yang lebih besar dan kandungan lemak intramuskular (*marbling*) yang lebih tinggi dibandingkan kambing atau ayam, yang berkontribusi pada rasa, kelembutan, dan nilai jual produk akhir. Selain itu, ras dalam satu spesies juga menunjukkan perbedaan karakteristik daging; beberapa ras unggul dikembangkan secara genetik untuk menghasilkan pertumbuhan otot yang optimal dan distribusi lemak yang seimbang. Komponen genetik ini menentukan potensi fisiologis hewan dalam merespons pakan, lingkungan, serta stres, yang semuanya berkontribusi terhadap kualitas daging pascapanen. Oleh karena itu, pemilihan spesies dan ras yang tepat merupakan langkah awal yang krusial dalam sistem produksi daging berkualitas tinggi (Aberle et al., 2012).

2. Umur Hewan

Umur hewan merupakan salah satu faktor ante-mortem yang secara langsung memengaruhi kualitas fisik dan sensorik daging yang dihasilkan. Daging dari hewan muda umumnya lebih empuk karena memiliki serat otot yang lebih kecil dan struktur jaringan ikat yang belum berkembang secara kompleks. Jaringan ikat pada hewan muda mengandung kolagen dalam jumlah yang lebih sedikit dan belum mengalami banyak ikatan silang (*cross-linking*), yang secara fisiologis membuat teksturnya lebih lunak dan mudah dikunyah. Sebaliknya, pada hewan yang lebih tua, kolagen cenderung membentuk ikatan silang yang kuat, menyebabkan jaringan otot menjadi lebih keras

dan memerlukan perlakuan pemasakan yang lebih lama untuk mencapai kelembutan yang diinginkan. Selain itu, umur hewan juga memengaruhi kandungan air, lemak, serta reaktivitas enzimatis yang berperan dalam proses pematangan (*aging*) daging. Oleh karena itu, penentuan umur potong yang optimal menjadi aspek penting dalam sistem produksi daging yang mengutamakan kualitas produk akhir (Lawrie & Ledward, 2014).

3. Jenis Kelamin

Jenis kelamin hewan merupakan salah satu faktor ante-mortem yang memengaruhi karakteristik daging, terutama dalam hal tekstur dan tingkat keempukan. Hewan jantan cenderung menghasilkan daging yang lebih liat dibandingkan betina. Hal ini disebabkan oleh pengaruh hormon androgen, seperti testosteron, yang lebih tinggi pada hewan jantan. Hormon ini merangsang perkembangan otot dan jaringan ikat secara lebih intensif, termasuk peningkatan kadar kolagen yang membentuk ikatan silang lebih kuat, sehingga mengurangi kelembutan daging. Selain itu, struktur otot pada hewan jantan umumnya lebih kasar dan padat, yang berdampak pada karakteristik sensorik daging setelah proses pemasakan. Oleh karena itu, dalam sistem produksi daging komersial, pemilihan jenis kelamin hewan ternak sering kali dipertimbangkan untuk menyesuaikan dengan preferensi pasar terhadap tekstur dan kualitas daging yang lebih empuk (Aberle et al., 2012).

4. Nutrisi dan Pakan

Nutrisi dan pakan merupakan faktor ante-mortem yang memainkan peran penting dalam menentukan kualitas akhir daging, khususnya dalam hal tekstur, rasa, dan kandungan lemak intramuskular atau marbling. Pemberian pakan yang kaya energi, seperti biji-bijian dan konsentrat tinggi kalori, terbukti mampu meningkatkan pembentukan lemak intramuskular pada jaringan otot. Marbling ini sangat berpengaruh terhadap kelembutan dan cita rasa daging karena lemak yang tersebar halus di antara serat otot membantu menjaga kelembaban dan memberikan sensasi rasa yang lebih kaya saat dimasak. Selain itu, lemak intramuskular juga berperan sebagai penghantar panas selama proses pemasakan, yang berdampak positif pada keempukan dan kekenyalan daging. Oleh karena itu, formulasi pakan yang tepat dan disesuaikan dengan tujuan produksi sangat penting untuk menghasilkan daging berkualitas tinggi yang sesuai dengan permintaan pasar (Ferguson & Warner, 2008).

5. Kondisi Kesehatan Hewan

Kondisi kesehatan hewan sebelum pemotongan merupakan faktor krusial yang sangat memengaruhi mutu daging secara fisik, kimia, dan biokimia. Hewan yang mengalami gangguan kesehatan, baik akibat penyakit infeksius, metabolik, maupun stres pra-pemotongan, cenderung menghasilkan daging dengan kualitas inferior. Salah satu indikator penting yang terpengaruh adalah nilai pH daging. Hewan yang stres atau sakit dapat mengalami

ketidakseimbangan metabolik yang menyebabkan kadar glikogen otot menurun drastis sebelum penyembelihan, sehingga proses glikolisis pascapanen tidak berlangsung optimal. Akibatnya, daging dapat mengalami kondisi DFD (*dark, firm, dry*) dengan pH tinggi ($>6,0$), atau sebaliknya, PSE (*pale, soft, exudative*) dengan pH sangat rendah ($<5,4$). DFD ditandai dengan warna gelap, tekstur keras, dan daya simpan yang pendek, sedangkan PSE menyebabkan warna pucat, tekstur lembek, dan kehilangan cairan tinggi. Kedua kondisi ini sangat merugikan baik dari segi mutu sensorik maupun nilai ekonomis daging. Oleh karena itu, menjaga kesehatan hewan ternak dan meminimalkan stres selama fase ante-mortem merupakan bagian integral dalam sistem produksi daging yang berkualitas dan aman konsumsi (FAO, 2018).

6. Stres Pra-Pemotongan

Stres pra-pemotongan merupakan salah satu faktor ante-mortem yang memiliki dampak signifikan terhadap mutu akhir daging. Stres yang dialami hewan sebelum disembelih, baik bersifat fisik seperti transportasi jarak jauh, kondisi lingkungan yang ekstrem, maupun psikologis seperti penanganan kasar dan kebisingan, akan memicu peningkatan metabolisme glikogen dalam otot. Akibatnya, proses glikolisis pascapanen yang seharusnya berlangsung secara bertahap terganggu, menyebabkan fluktuasi pH otot yang tidak normal. Ketidakseimbangan ini dapat menghasilkan dua kondisi mutu daging yang

tidak diinginkan, yaitu PSE (*Pale, Soft, Exudative*) dan DFD (*Dark, Firm, Dry*). Daging PSE biasanya terjadi akibat penurunan pH yang sangat cepat setelah pemotongan, menghasilkan warna pucat, tekstur lembek, dan kehilangan air yang tinggi, sehingga menurunkan daya simpan dan nilai jual. Sebaliknya, daging DFD muncul ketika kadar glikogen sudah habis sebelum pemotongan, mengakibatkan pH akhir tetap tinggi. Kondisi ini membuat daging tampak lebih gelap, bertekstur keras, dan mudah rusak karena pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, pengelolaan stres pada hewan sebelum pemotongan sangat penting untuk memastikan mutu daging yang optimal dan aman dikonsumsi (Warner, 2014).

3.5.2 Faktor Post-Mortem (Pasca Pemotongan)

Faktor setelah pemotongan yang mempengaruhi mutu daging:

1. pH Daging

Setelah proses rigor mortis, nilai pH normal pada daging berkisar antara 5,4 hingga 5,8. Nilai pH ini merupakan indikator penting dalam menentukan mutu akhir daging, terutama terkait dengan warna, tekstur, daya ikat air, dan umur simpan produk. Ketidakseimbangan nilai pH dapat menyebabkan kondisi abnormal pada daging, seperti *pale, soft, and exudative* (PSE) atau *dark, firm, and dry* (DFD). Daging dengan pH akhir yang terlalu rendah cenderung mengalami kondisi PSE, yang ditandai dengan warna pucat, tekstur lunak, serta kehilangan cairan yang tinggi akibat kerusakan struktur protein. Sebaliknya,

daging dengan pH akhir yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kondisi DFD, yang ditandai dengan warna gelap, tekstur padat, dan permukaan yang kering, akibat tingginya kapasitas daya ikat air yang tidak normal. Kedua kondisi ini menurunkan mutu sensori dan nilai ekonomi produk daging. Oleh karena itu, pengendalian pH post-mortem merupakan aspek krusial dalam manajemen pascapanen daging untuk menjamin kualitas produk yang optimal (Lawrie & Ledward, 2014).

2. Suhu Pendinginan

Suhu pendinginan merupakan salah satu faktor krusial yang memengaruhi mutu daging pasca pemotongan. Proses pendinginan yang dilakukan terlalu cepat dapat menyebabkan terjadinya *cold shortening*, yaitu kondisi di mana otot mengalami kontraksi yang ekstrem sebelum proses rigor mortis selesai, sehingga menghasilkan tekstur daging yang sangat keras dan kurang disukai secara sensori. Fenomena ini terjadi akibat penurunan suhu yang drastis ketika kadar ATP dalam otot masih tinggi, yang memicu kontraksi otot secara tidak normal. Sebaliknya, pendinginan yang berlangsung terlalu lambat justru meningkatkan risiko pertumbuhan mikroorganisme, yang berdampak negatif terhadap keamanan pangan serta menurunkan daya simpan dan kualitas daging secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengaturan suhu dan laju pendinginan harus dilakukan secara optimal untuk mencegah kerusakan fisik maupun

kontaminasi mikroba, serta mempertahankan mutu daging yang dihasilkan (Hui, 2012).

3. Proses Rigor Mortis dan Aging

Proses *rigor mortis* dan *aging* merupakan dua tahapan penting dalam fase post-mortem yang secara langsung memengaruhi mutu akhir daging, terutama dari segi kelembutan. *Rigor mortis* terjadi ketika otot hewan yang telah disembelih mengalami kekakuan akibat berkurangnya kadar ATP, sehingga terbentuk ikatan permanen antara aktin dan miosin. Pada tahap ini, daging cenderung lebih keras dan kurang empuk. Namun, setelah melewati fase ini, proses *aging* atau pematangan daging dilakukan dengan menyimpan daging pada suhu terkontrol selama beberapa waktu tertentu. Selama *aging*, terjadi penguraian protein miofibril oleh enzim proteolitik endogen seperti kalpain dan katepsin, yang berperan dalam memperbaiki tekstur dan meningkatkan kelembutan daging. Proses ini tidak hanya memperbaiki mutu sensori, tetapi juga meningkatkan nilai jual produk. Oleh karena itu, manajemen yang tepat terhadap tahapan *rigor mortis* dan *aging* sangat penting untuk menghasilkan daging berkualitas tinggi (Lawrie & Ledward, 2014).

4. Kontaminasi Mikroba

Kontaminasi mikroba merupakan salah satu faktor post-mortem yang sangat berpengaruh terhadap mutu dan keamanan daging. Penanganan yang tidak higienis

selama tahap penyembelihan, pemotongan, penyimpanan, hingga distribusi dapat meningkatkan risiko kontaminasi oleh mikroorganisme pembusuk maupun patogen, seperti *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, dan *Listeria monocytogenes*. Kontaminasi ini tidak hanya mempercepat proses kerusakan atau *spoilage*, yang ditandai dengan perubahan bau, warna, dan tekstur, tetapi juga membahayakan kesehatan konsumen akibat potensi terjadinya penyakit bawaan pangan (*foodborne illness*). Oleh karena itu, penerapan prinsip sanitasi dan higiene yang ketat di seluruh rantai pasokan daging sangat diperlukan untuk mengurangi risiko mikrobiologis dan menjamin mutu daging tetap terjaga hingga sampai ke konsumen (FAO, 2018).

5. Metode Pengemasan

Metode pengemasan pasca pemotongan memainkan peran penting dalam mempertahankan mutu daging selama penyimpanan dan distribusi. Dua pendekatan yang umum digunakan adalah *Vacuum Packaging* (VP) dan *Modified Atmosphere Packaging* (MAP). Keduanya dirancang untuk menciptakan lingkungan yang dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme serta menghambat proses oksidasi lemak, yang merupakan penyebab utama penurunan mutu daging. Dalam VP, udara dihilangkan dari kemasan untuk menciptakan kondisi anaerob yang tidak mendukung pertumbuhan sebagian besar bakteri pembusuk. Sementara itu, MAP menggantikan udara

dalam kemasan dengan campuran gas tertentu, seperti karbon dioksida dan nitrogen, yang dirancang untuk memperpanjang umur simpan dengan tetap mempertahankan kualitas sensori daging. Kedua metode ini terbukti efektif dalam memperlambat perubahan warna, bau, dan rasa yang tidak diinginkan selama penyimpanan, sehingga sangat direkomendasikan dalam industri pengolahan daging modern (Zhou, Xu, & Liu, 2010).

6. Teknologi Pendinginan dan Penyimpanan

Teknologi pendinginan dan penyimpanan merupakan aspek esensial dalam menjaga mutu daging pasca pemotongan. Sistem rantai dingin yang tidak optimal dapat mempercepat proses kerusakan daging akibat aktivitas mikroba dan enzim, sehingga menurunkan kualitas sensori dan keamanan pangan. Untuk mempertahankan kesegaran daging segar, suhu penyimpanan ideal berada pada kisaran 0–4°C. Suhu ini efektif dalam memperlambat pertumbuhan mikroorganisme tanpa menyebabkan pembekuan, sehingga struktur dan karakteristik organoleptik daging tetap terjaga. Sementara itu, untuk penyimpanan jangka panjang, daging beku harus disimpan pada suhu -18°C atau lebih rendah guna menghambat aktivitas biologis secara signifikan. Tanpa penerapan teknologi pendinginan yang tepat dan sistem distribusi berpendingin yang konsisten, mutu daging akan cepat menurun, berisiko terkontaminasi, dan tidak layak konsumsi. Oleh karena itu,

penerapan sistem rantai dingin yang baik merupakan prasyarat utama dalam industri pengolahan daging modern (Hui, 2012).

3.5.3 Faktor Selama Distribusi dan Penjualan

Faktor-faktor selama distribusi dan penjualan turut berperan signifikan dalam menentukan mutu akhir daging sebelum dikonsumsi. Di pasar tradisional, paparan langsung terhadap udara, cahaya, dan suhu ruang yang tidak terkontrol merupakan kondisi umum yang secara drastis mempercepat proses deteriorasi daging. Paparan udara memungkinkan terjadinya oksidasi lemak, yang menghasilkan senyawa volatil penyebab bau tengik dan rasa tidak sedap. Selain itu, pencahayaan yang intens, terutama dari lampu fluoresen atau sinar matahari, dapat mempercepat degradasi pigmen mioglobin, sehingga menyebabkan perubahan warna daging menjadi cokelat kusam yang tidak menarik secara visual. Suhu ruang yang umumnya berada di atas ambang batas penyimpanan aman juga mendukung proliferasi mikroba patogen dan pembusuk. Kombinasi dari ketiga faktor tersebut secara langsung menurunkan kualitas sensori, nilai gizi, serta keamanan produk daging. Oleh karena itu, penanganan selama distribusi dan penjualan perlu diatur secara higienis dan didukung oleh fasilitas rantai dingin yang memadai untuk menjaga stabilitas mutu daging (FAO, 2018).

Oleh karena itu, mutu pascapanen daging dipengaruhi oleh faktor ante-mortem (genetik, umur, pakan, kesehatan, stres) dan faktor post-mortem (pH, suhu, rigor mortis, mikroba, teknologi penyimpanan dan pengemasan).

Pengendalian faktor-faktor tersebut melalui higiene ketat, manajemen rantai dingin, serta teknologi pengolahan sangat penting untuk mempertahankan mutu daging.

3.6 Tanda-Tanda Kerusakan Daging

Kerusakan daging terjadi akibat aktivitas mikroba, enzim, oksidasi, atau penanganan yang tidak higienis. Daging yang rusak mengalami perubahan fisik, kimia, dan mikrobiologis yang dapat memengaruhi mutu dan keamanan konsumsi.

3.6.1 Perubahan Warna

Perubahan warna merupakan salah satu indikator utama kerusakan daging pascapanen yang dapat diamati secara visual. Daging segar umumnya memiliki warna merah cerah (*bright red*) yang menunjukkan kualitas dan kesegarannya. Namun, seiring waktu dan dalam kondisi penanganan yang tidak optimal, warna ini dapat berubah menjadi coklat keabuan, kehijauan, atau bahkan kehitaman. Perubahan ini disebabkan oleh proses oksidasi pigmen mioglobin, yaitu protein yang berperan dalam pewarnaan otot, menjadi bentuk teroksidasi yang disebut metmioglobin. Akumulasi metmioglobin memberikan warna kusam pada permukaan daging, menandakan penurunan mutu. Selain itu, kontaminasi oleh bakteri tertentu, seperti *Pseudomonas* spp., juga dapat memicu perubahan warna, khususnya menghasilkan pigmen kehijauan akibat aktivitas metabolik mikroba yang berkembang pada permukaan daging (Lawrie & Ledward, 2014). Kondisi ini tidak hanya menyebabkan tampilan daging menjadi tidak menarik, tetapi juga dapat mengurangi daya

tarik konsumen terhadap produk tersebut, sehingga berdampak pada nilai jual dan penerimaan pasar.

3.6.2 Bau Tidak Sedap (*Off-Odor*)

Salah satu tanda utama kerusakan mikrobiologis pada daging pascapanen adalah munculnya bau tidak sedap atau *off-odor*, yang biasanya tercium sebagai bau busuk, asam, atau amis yang tajam. Kondisi ini merupakan indikasi adanya aktivitas mikroorganisme pembusuk yang signifikan, terutama bakteri dari genus *Pseudomonas*, *Proteus*, dan *Clostridium*. Bakteri-bakteri tersebut berkembang biak pada permukaan daging, terutama bila suhu penyimpanan tidak sesuai atau terjadi kontaminasi silang. Selama proses metabolisme, mikroorganisme ini akan mendegradasi komponen protein dalam daging dan menghasilkan senyawa-senyawa berbau menyengat seperti amina biogenik, termasuk putresin dan kadaverin, serta senyawa sulfur yang sangat volatil dan ofensif (Sofos, 2008). Kehadiran senyawa-senyawa ini tidak hanya menyebabkan aroma yang tidak enak, tetapi juga menandakan bahwa daging telah mengalami kerusakan mikrobiologis serius yang membuatnya tidak layak untuk dikonsumsi. Dengan demikian, identifikasi bau tidak sedap menjadi aspek penting dalam evaluasi mutu dan keamanan daging selama proses distribusi dan penyimpanan.

3.6.3 Perubahan Tekstur

Perubahan tekstur merupakan indikator penting lainnya dalam mendeteksi kerusakan daging pascapanen. Salah satu tanda yang paling umum dijumpai adalah permukaan daging

yang menjadi lembek, lengket, atau berlendir. Kondisi ini biasanya disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme pembentuk lendir, terutama bakteri dari genus *Pseudomonas*, yang sering berkembang pada permukaan daging selama penyimpanan dalam suhu dingin. Bakteri tersebut memproduksi eksopolisakarida dan senyawa lain yang menyebabkan akumulasi lapisan berlendir, sehingga tekstur daging mengalami degradasi (Hui, 2012). Meskipun pada tahap awal perubahan tekstur ini bau tidak sedap belum selalu muncul secara nyata, keberadaan lendir sudah merupakan indikator awal terjadinya proses pembusukan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap tekstur menjadi langkah krusial dalam pengendalian mutu daging, terutama selama proses penyimpanan dan distribusi, guna mencegah konsumsi produk yang tidak lagi aman bagi kesehatan.

3.6.4 Pembentukan Gas dan Pembengkakan Kemasan

Pembentukan gas dan pembengkakan pada kemasan merupakan salah satu indikator kerusakan daging yang umum terjadi, khususnya pada produk yang dikemas secara vakum. Tanda visual yang mudah dikenali adalah terjadinya swelling atau pembengkakan pada kemasan akibat akumulasi gas di dalamnya. Fenomena ini umumnya disebabkan oleh aktivitas bakteri anaerob, terutama dari genus *Clostridium*, yang mampu tumbuh dalam kondisi minim oksigen dan menghasilkan gas-gas seperti hidrogen (H_2) dan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil metabolisme. Kondisi ini sering kali muncul akibat kerusakan pada segel kemasan vakum atau penyimpanan yang tidak sesuai, seperti suhu yang terlalu

tinggi atau fluktuasi suhu yang memungkinkan pertumbuhan mikroba (Zhou, Xu, & Liu, 2010). Pembentukan gas ini tidak hanya menandakan adanya kontaminasi mikrobiologis yang serius, tetapi juga menunjukkan bahwa kualitas dan keamanan daging telah menurun secara signifikan. Oleh karena itu, pemeriksaan kondisi kemasan menjadi bagian penting dalam sistem kontrol mutu produk daging olahan.

3.6.5 Perubahan Permukaan (*Discoloration* atau Lendir)

Perubahan permukaan daging, baik berupa perubahan warna (*discoloration*) maupun pembentukan lendir, merupakan indikator lanjut dari kerusakan yang signifikan. Tanda-tanda yang umum terlihat meliputi permukaan daging yang menjadi licin, basah, serta munculnya lapisan lendir berwarna putih hingga kuning kehijauan. Kondisi ini umumnya diakibatkan oleh aktivitas bakteri psikrotrofik, yaitu mikroorganisme yang mampu tumbuh dan berkembang pada suhu rendah, seperti dalam penyimpanan dingin. Meskipun suhu rendah dimaksudkan untuk memperlambat pertumbuhan mikroba, bakteri psikrotrofik tetap dapat berproliferasi dan menghasilkan senyawa-senyawa yang berdampak pada mutu fisik daging, khususnya permukaannya (FAO, 2018). Perubahan ini tidak hanya menurunkan kualitas visual dan tekstur, tetapi juga berdampak negatif terhadap mutu organoleptik secara keseluruhan, termasuk aroma dan rasa. Oleh karena itu, deteksi dini terhadap perubahan permukaan sangat penting dalam sistem pengendalian mutu produk daging, untuk memastikan bahwa produk yang

beredar tetap layak konsumsi dan memenuhi standar keamanan pangan.

3.6.6 Kerusakan Kimia (Oksidasi Lemak/Ransiditas)

Kerusakan kimia pada daging, khususnya akibat oksidasi lemak atau yang dikenal sebagai ransiditas, merupakan salah satu bentuk penurunan mutu yang penting untuk diperhatikan selama penyimpanan. Gejala utama dari kerusakan ini adalah munculnya bau tengik (rancid odor) serta rasa yang tidak enak pada daging. Proses ini terjadi akibat oksidasi lipid, yaitu reaksi kimia antara lemak dan oksigen, yang dipercepat oleh paparan cahaya, suhu tinggi, dan keberadaan logam prooksidan. Daging yang memiliki kandungan lemak tinggi lebih rentan terhadap proses oksidasi ini, terutama jika disimpan dalam kondisi tidak terlindung dari oksigen atau cahaya (Gray et al., 1996). Meskipun oksidasi lemak tidak selalu menghasilkan senyawa yang berbahaya bagi kesehatan, perubahan yang ditimbulkan terhadap aroma dan cita rasa sangat signifikan sehingga dapat menurunkan daya terima konsumen terhadap produk daging tersebut. Oleh karena itu, pengendalian faktor-faktor yang memicu oksidasi sangat penting dalam menjaga kualitas sensoris dan memperpanjang umur simpan produk daging.

3.6.7 Pertumbuhan Jamur

Pertumbuhan jamur pada daging merupakan salah satu bentuk kerusakan yang mudah dikenali secara visual, ditandai dengan munculnya bercak-bercak berwarna putih, hijau, atau hitam pada permukaan daging yang dikenal sebagai moldy

appearance. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh penyimpanan daging dalam lingkungan dengan kelembaban tinggi serta suhu yang tidak terkontrol, yang menciptakan kondisi ideal bagi sporulasi dan pertumbuhan kapang. Jamur yang tumbuh pada daging tidak hanya merusak penampilan dan tekstur, tetapi juga berpotensi menghasilkan mikotoksin, yaitu senyawa toksik yang membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi (FAO, 2018). Oleh karena itu, keberadaan jamur pada daging menjadi indikator kuat bahwa produk tersebut tidak lagi aman dikonsumsi dan harus segera dibuang. Pencegahan pertumbuhan jamur memerlukan sistem penyimpanan yang ketat, termasuk pengaturan suhu, kelembaban, dan sanitasi lingkungan penyimpanan untuk menjamin keamanan dan mutu produk daging selama distribusi dan pemasaran.

Sebagai kesimpulan, tanda-tanda kerusakan daging mencakup perubahan warna, bau, tekstur, pertumbuhan lendir/jamur, pembengkakan kemasan, dan oksidasi lemak. Pengendalian kerusakan dapat dilakukan melalui penanganan higienis, pendinginan yang tepat (0–4 °C), pengemasan vakum/MAP, dan penerapan rantai dingin.

3.7 Metode Pengemasan Pendukung Pendinginan

Vakum (*Vacuum Packaging*): Mengurangi oksidasi dan pertumbuhan. Pengemasan yang tepat berperan penting dalam mempertahankan mutu, mencegah kontaminasi mikroba, mengurangi oksidasi, dan memperpanjang umur simpan daging selama pendinginan atau pembekuan. Metode

ini mendukung sistem rantai dingin (cold chain) pada pascapanen daging.

3.7.1 Vacuum Packaging (VP), Pengemasan Vakum

Pengemasan vakum (vacuum packaging, VP) merupakan salah satu metode pengemasan yang banyak diterapkan dalam industri pengolahan daging sebagai pendukung sistem pendinginan. Prinsip dasar dari metode ini adalah mengeluarkan udara dari dalam kemasan hingga mencapai tekanan rendah, sehingga kandungan oksigen di dalam kemasan berkurang secara signifikan. Kondisi ini efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme aerob yang memerlukan oksigen untuk berkembang, serta mengurangi terjadinya oksidasi lipid yang dapat menyebabkan kerusakan kimia seperti bau tengik (*rancidity*) (Jeremiah, 2001). Selain itu, VP membantu mempertahankan warna gelap khas daging yang disebabkan oleh dominasi pigmen deoxymyoglobin akibat lingkungan tanpa oksigen. Namun demikian, warna daging yang keunguan ini sering dianggap kurang menarik secara visual oleh sebagian konsumen. Warna akan kembali menjadi merah cerah setelah kemasan dibuka dan daging terpapar oksigen, mengubah pigmen menjadi oxymyoglobin. Meskipun demikian, keunggulan VP dalam memperpanjang umur simpan dan mempertahankan mutu daging membuat metode ini sangat umum digunakan, baik untuk produk daging segar maupun beku dalam sistem distribusi industri yang memerlukan pengendalian mutu secara ketat.

3.7.2 *Modified Atmosphere Packaging* (MAP), Pengemasan Atmosfer Termodifikasi

Pengemasan atmosfer termodifikasi (*Modified Atmosphere Packaging*, MAP) merupakan salah satu metode pengemasan modern yang dirancang untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas daging selama penyimpanan dan distribusi. Prinsip kerja MAP adalah dengan menggantikan udara di dalam kemasan menggunakan campuran gas tertentu seperti karbon dioksida (CO₂), oksigen (O₂), dan nitrogen (N₂) dalam proporsi yang telah ditentukan. Komposisi gas ini disesuaikan dengan jenis produk dan tujuan penyimpanan. Untuk daging segar, formulasi umum yang digunakan adalah campuran 70–80% O₂ dan 20–30% CO₂. Oksigen berfungsi untuk mempertahankan warna merah cerah daging dengan membentuk pigmen oxymyoglobin, sementara karbon dioksida berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroba aerob. Sebaliknya, untuk daging beku atau produk yang lebih sensitif terhadap oksidasi, gas CO₂ digunakan dalam proporsi lebih dominan untuk memaksimalkan efek antimikroba (Kerry, O'Grady, & Hogan, 2006). Keunggulan utama MAP adalah kemampuannya menjaga daya tarik visual daging dan memperpanjang kesegarannya. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, terutama dalam hal biaya produksi yang tinggi dan kebutuhan akan bahan kemasan khusus yang kedap gas untuk mempertahankan komposisi atmosfer dalam kemasan. Meskipun demikian, MAP telah menjadi teknologi penting dalam industri pengolahan daging modern yang menuntut mutu dan keamanan produk secara optimal.

3.7.3 *Vacuum Skin Packaging (VSP)*

Vacuum Skin Packaging (VSP) merupakan salah satu inovasi pengemasan modern yang semakin banyak diterapkan dalam industri daging karena mampu menggabungkan fungsi protektif dengan tampilan produk yang menarik secara visual. Prinsip kerja dari metode ini adalah merekatkan lapisan film plastik secara erat dan menyeluruh mengikuti kontur permukaan daging menggunakan teknik vakum. Film yang fleksibel ini menempel langsung pada produk dan permukaan bawah kemasan, sehingga membentuk tampilan seperti "kulit kedua" yang menjaga integritas bentuk produk (Zhang & Mittal, 2008). Keunggulan utama VSP adalah kemampuannya meminimalkan kehilangan cairan (*drip loss*) selama penyimpanan dan distribusi, yang penting dalam menjaga kualitas visual dan berat produk. Selain itu, karena daging dikemas dalam kondisi hampir tanpa udara, metode ini juga efektif dalam mengurangi laju oksidasi dan menekan pertumbuhan mikroorganisme aerob, sehingga memperpanjang umur simpan. Di sisi lain, penampilan produk yang presisi dan bebas kerutan membuat VSP sangat cocok untuk pemasaran ritel, karena memberikan kesan higienis dan premium kepada konsumen. Dengan demikian, VSP tidak hanya berperan dalam perlindungan mutu, tetapi juga meningkatkan daya tarik komersial produk daging segar maupun olahan.

3.7.4 *Active Packaging, Pengemasan Aktif*

Active packaging atau pengemasan aktif merupakan pendekatan inovatif dalam sistem pengemasan daging yang

dirancang untuk tidak hanya membungkus produk, tetapi juga secara aktif berinteraksi dengan lingkungan di sekitarnya guna memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu produk. Prinsip dari pengemasan aktif adalah menambahkan komponen-komponen fungsional ke dalam kemasan, seperti penyerap oksigen (*oxygen scavenger*), pelepas karbon dioksida (CO₂ emitter), serta agen antimikroba. Komponen-komponen ini bekerja secara langsung dengan atmosfer di dalam kemasan atau permukaan produk untuk menghambat proses kerusakan (Quintavalla & Vicini, 2002). Sebagai contoh, oxygen scavenger digunakan untuk menurunkan kadar oksigen residu dalam kemasan, sehingga menghambat oksidasi lipid dan pertumbuhan mikroba aerob. Sementara itu, antimicrobial film yang mengandung senyawa aktif seperti minyak atsiri (*essential oils*) dapat menghambat perkembangan mikroorganisme patogen dan pembusuk pada permukaan daging. Pengemasan aktif sangat bermanfaat dalam memperpanjang masa simpan daging tanpa perlu menambahkan bahan kimia langsung ke dalam produk, sehingga mendukung tren industri terhadap keamanan pangan dan preferensi konsumen terhadap produk yang lebih alami. Teknologi ini juga memungkinkan perpanjangan shelf life tanpa merusak karakteristik organoleptik daging, menjadikannya solusi yang strategis dalam rantai distribusi modern.

3.7.5 *Intelligent Packaging*, Pengemasan Cerdas

Intelligent packaging atau pengemasan cerdas merupakan teknologi pengemasan mutakhir yang berfungsi

untuk memantau dan memberikan informasi secara real-time mengenai kondisi produk selama penyimpanan dan distribusi. Prinsip utama dari metode ini adalah penggunaan sensor atau indikator yang terintegrasi dalam kemasan, seperti *time-temperature indicators* (TTI) dan indikator kesegaran, yang secara langsung bereaksi terhadap perubahan lingkungan di sekitar produk. Sensor-sensor ini mampu mendeteksi fluktuasi suhu, pertumbuhan mikroba, atau perubahan kimia tertentu yang berkaitan dengan kerusakan daging (Kerry & Butler, 2008). Keunggulan utama pengemasan cerdas terletak pada kemampuannya untuk memberikan informasi visual kepada konsumen atau pelaku industri mengenai tingkat kesegaran dan keamanan daging secara cepat dan praktis. Hal ini tidak hanya meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap mutu produk, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam rantai distribusi, seperti pengendalian stok dan rotasi produk. Dengan demikian, pengemasan cerdas berkontribusi besar dalam sistem manajemen mutu berbasis teknologi yang mendukung efisiensi logistik serta keamanan pangan secara menyeluruh.

3.7.6 Edible Coating, Lapisan Boleh Dimakan

Edible coating atau lapisan boleh dimakan merupakan salah satu teknologi pengemasan pendukung pendinginan yang semakin banyak diterapkan dalam industri pengolahan daging untuk menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan produk. Prinsip dari metode ini adalah aplikasi lapisan tipis yang dapat dimakan, berbahan dasar polisakarida, protein, atau lipid, langsung ke permukaan daging. Lapisan ini

berfungsi sebagai penghalang fisik yang dapat mengurangi kehilangan air (*drip loss*), serta menghambat penetrasi oksigen dan pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan produk (Gómez-Estaca et al., 2014). Selain memberikan perlindungan tambahan, *edible coating* juga memiliki keunggulan dalam hal keberlanjutan karena bersifat biodegradable dan tidak menghasilkan limbah plastik. Beberapa bahan yang umum digunakan sebagai *edible coating* antara lain kitosan, alginat, dan gelatin, yang masing-masing memiliki sifat fungsional dan kompatibilitas yang baik dengan produk daging. Dengan kemampuannya untuk mempertahankan kualitas sensorik dan mikrobiologis daging, *edible coating* menjadi solusi alternatif yang ramah lingkungan sekaligus efektif dalam sistem pengemasan modern, terutama pada produk yang memerlukan penyimpanan dingin.

Sebagai kesimpulan, metode pengemasan pendukung pendinginan daging meliputi vacuum packaging, MAP, VSP, active packaging, intelligent packaging, dan *edible coating*. Pemilihan metode tergantung tujuan (menjaga warna, mencegah mikroba, atau memperpanjang umur simpan) serta biaya dan rantai distribusi.

3.8 Standar dan Regulasi Mutu Daging

Standar mutu daging ditetapkan untuk menjamin kualitas, keamanan pangan, dan kelayakan konsumsi daging yang beredar di pasaran. Standar ini mencakup aspek fisik, kimia, mikrobiologi, dan keamanan pangan, serta dipayungi oleh regulasi nasional maupun internasional.

Dalam upaya menjamin mutu dan keamanan daging, berbagai standar dan regulasi telah diterapkan di Indonesia maupun tingkat internasional. Di tingkat nasional, SNI 3932:2008 mengatur persyaratan mutu untuk daging sapi segar, mencakup aspek fisik, kimia, dan mikrobiologis. Selain itu, Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11/Permentan/OT.140/3/2015 menetapkan pedoman higiene dan sanitasi dalam penanganan produk hewan guna mencegah kontaminasi dan menjamin kelayakan konsumsi. Sementara untuk memenuhi persyaratan perdagangan global, sistem keamanan pangan seperti Codex Alimentarius dan penerapan prinsip *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) menjadi acuan utama, khususnya dalam kegiatan ekspor produk daging ke pasar internasional.

3.8.1 Standar Nasional Indonesia (SNI)

Di Indonesia, pengaturan mutu daging segar secara resmi ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) melalui dokumen Standar Nasional Indonesia (SNI) 3932:2008 tentang Daging Segar. Standar ini berfungsi sebagai acuan utama dalam menjamin kualitas dan keamanan produk daging yang beredar di pasar domestik. Beberapa parameter mutu fisik yang tercantum dalam SNI tersebut mencakup warna, bau, tekstur, dan pH. Warna daging harus normal sesuai dengan jenis hewan, misalnya merah cerah untuk daging sapi. Bau yang diperbolehkan adalah bau khas daging segar, tanpa indikasi aroma asam, tengik, atau busuk. Dari segi tekstur, daging harus memiliki konsistensi yang kenyal dan elastis, serta tidak berlendir yang menandakan adanya kontaminasi

atau proses pembusukan. Sementara itu, nilai pH daging yang diterima berkisar antara 5,3 hingga 6,0, tergantung pada jenis hewannya, sebagai indikator penting dalam menilai kesegaran dan stabilitas mikrobiologis produk (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Penerapan standar ini penting untuk memastikan bahwa produk daging yang dikonsumsi masyarakat memenuhi persyaratan mutu yang aman dan layak.

Selain persyaratan fisik, Standar Nasional Indonesia (SNI) 3932:2008 juga menetapkan parameter kimia untuk menjamin mutu dan keamanan daging segar yang dikonsumsi masyarakat. Beberapa komponen kimia penting yang diatur dalam standar ini meliputi kadar air, lemak, protein, serta residu bahan kimia atau veteriner. Kandungan air dalam daging segar umumnya berada dalam kisaran 70–75%, yang berpengaruh terhadap kesegaran, daya simpan, dan tekstur produk. Kadar lemak bervariasi tergantung pada jenis dan spesies hewan, di mana untuk daging sapi berkisar antara 5–20%. Lemak tidak hanya menentukan nilai gizi, tetapi juga memengaruhi rasa dan tampilan produk. Kandungan protein harus mencapai minimal 16% sebagai indikator nilai nutrisi dan kualitas biologis daging. Selain itu, keberadaan residu bahan kimia, seperti antibiotik dan hormon veteriner, harus berada di bawah ambang Batas Maksimum Residu (BMR) yang telah ditetapkan untuk menjamin keamanan pangan dan mencegah dampak kesehatan jangka panjang bagi konsumen (BSN, 2008). Penerapan standar kimia ini menjadi elemen krusial dalam sistem pengawasan mutu daging nasional.

Terakhir, persyaratan mikrobiologis dalam SNI 3932:2008 merupakan komponen penting untuk memastikan keamanan daging segar dari risiko kontaminasi mikroba patogen yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Salah satu parameter utamanya adalah *Total Plate Count* (TPC), yang menunjukkan jumlah total mikroorganisme aerob mesofilik dalam produk. Nilai maksimum TPC yang diperbolehkan adalah 1×10^6 koloni per gram, sebagai indikator kebersihan dan efektivitas proses penanganan serta penyimpanan. Selain itu, keberadaan *Escherichia coli* harus kurang dari 10 koloni per gram, karena bakteri ini merupakan indikator kontaminasi fekal dan higienitas proses produksi. Sementara itu, keberadaan *Salmonella spp.*, yang merupakan patogen serius penyebab keracunan makanan, tidak boleh terdeteksi dalam 25 gram sampel daging. Persyaratan mikrobiologis ini sangat krusial untuk mengendalikan risiko penyakit bawaan pangan (*foodborne illnesses*) dan menjadi tolok ukur penting dalam sistem jaminan mutu daging segar di Indonesia (BSN, 2008).

3.8.2 Nomor Kontrol Veteriner (NKV)

Nomor Kontrol Veteriner (NKV) merupakan sertifikat resmi yang diberikan oleh otoritas veteriner kepada unit usaha pangan asal hewan sebagai bukti bahwa kegiatan operasionalnya telah memenuhi persyaratan higiene dan sanitasi yang ditetapkan. Sertifikasi ini bertujuan untuk menjamin bahwa penanganan daging dilakukan sesuai dengan prinsip *Good Hygienic Practices* (GHP), sehingga kualitas dan keamanannya tetap terjaga sepanjang rantai produksi hingga distribusi. NKV menjadi instrumen penting

dalam sistem pengawasan mutu dan keamanan pangan hewani di Indonesia, khususnya dalam mencegah kontaminasi silang, menjaga kebersihan fasilitas, serta menjamin praktik pengolahan yang higienis. Dasar hukum pelaksanaan sertifikasi ini diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner, yang menetapkan kriteria teknis dan prosedur verifikasi untuk memperoleh NKV (Kementerian Pertanian RI, 2020). Dengan adanya sertifikasi ini, konsumen memperoleh jaminan bahwa produk daging berasal dari unit usaha yang telah terstandar dan diawasi secara ketat oleh otoritas terkait.

3.8.3 Persyaratan Keamanan Pangan

Persyaratan keamanan pangan dalam industri pengolahan daging di Indonesia didasarkan pada kerangka regulasi yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan serta Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan. Kedua regulasi ini menegaskan pentingnya pengendalian terhadap potensi bahaya pangan melalui sistem yang terstruktur dan berbasis risiko. Oleh karena itu, penerapan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) menjadi wajib dalam proses produksi daging, karena metode ini memungkinkan identifikasi titik-titik kritis yang harus dikendalikan untuk mencegah kontaminasi biologis, kimia, maupun fisik. Selain HACCP, industri juga diwajibkan menerapkan *Good Manufacturing Practices* (GMP), yang mencakup pedoman umum terkait kebersihan, sanitasi,

pengendalian proses, serta pelatihan tenaga kerja. Penerapan HACCP dan GMP secara terpadu menjadi landasan penting dalam menjamin bahwa produk daging yang dihasilkan aman dikonsumsi dan memenuhi standar mutu nasional maupun internasional (UU No. 18/2012; PP No. 86/2019).

3.8.4 Standar Internasional

1. *Codex Alimentarius* (CAC/RCP 58-2005)

Standar internasional dalam pengolahan daging mengacu pada berbagai pedoman global yang dirancang untuk menjamin keamanan dan mutu produk di seluruh rantai pasok. Salah satu acuan utama adalah *Codex Alimentarius*, khususnya dokumen *Code of Hygienic Practice for Meat* (CAC/RCP 58-2005) yang disusun oleh Codex Alimentarius Commission. Pedoman ini memberikan standar praktik higiene yang komprehensif dalam pengelolaan daging, mulai dari tahap ante-mortem (pemeriksaan hewan sebelum pemotongan), proses pemotongan, hingga tahap pendinginan dan distribusi (Codex Alimentarius Commission, 2005). Tujuan utama dari standar ini adalah untuk mengendalikan potensi bahaya mikrobiologis dan kimiawi, sekaligus memastikan bahwa daging yang diproduksi memenuhi persyaratan kesehatan masyarakat dan dapat diterima dalam perdagangan internasional. Penerapan standar Codex menjadi penting terutama bagi negara-negara yang mengekspor produk daging, karena merupakan referensi yang diakui oleh Organisasi Perdagangan Dunia (WTO) dalam penyelesaian sengketa terkait keamanan pangan.

2. ISO 22000:2018 (Sistem Manajemen Keamanan Pangan)

Salah satu standar internasional yang diakui luas dalam menjamin keamanan pangan adalah ISO 22000:2018, yaitu sistem manajemen keamanan pangan yang dikembangkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO). Standar ini dirancang untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) dengan kerangka sistem manajemen mutu yang ditetapkan oleh ISO. ISO 22000:2018 mencakup seluruh tahapan dalam rantai pasok pangan, mulai dari produksi primer hingga konsumsi akhir, dan memberikan pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, serta mengendalikan bahaya yang dapat memengaruhi keamanan pangan. Dengan menggabungkan manajemen risiko, komunikasi interaktif, serta pengendalian operasional berbasis bukti, standar ini memungkinkan industri pengolahan daging untuk membangun sistem jaminan keamanan pangan yang transparan, terdokumentasi, dan dapat diaudit secara internasional (ISO, 2018). Penerapan ISO 22000 tidak hanya memperkuat kepercayaan konsumen dan mitra dagang, tetapi juga meningkatkan daya saing produk daging dalam pasar global.

3. European Union (EU Regulation) No. 853/2004

Regulasi Uni Eropa Nomor 853/2004 merupakan salah satu standar internasional penting yang menetapkan

persyaratan higienis spesifik bagi produksi dan penanganan daging di wilayah negara-negara anggota Uni Eropa. Regulasi ini merupakan bagian dari paket legislatif Uni Eropa yang mengatur keamanan pangan secara komprehensif dan bertujuan untuk memastikan bahwa produk daging yang beredar di pasar Eropa diproses dalam kondisi yang higienis dan aman bagi konsumen. Aturan ini mencakup berbagai aspek mulai dari pemotongan, pengemasan, penyimpanan, hingga pelabelan, serta menekankan pentingnya kontrol veteriner, pelacakan asal produk, dan dokumentasi yang ketat. Kepatuhan terhadap EU Regulation No. 853/2004 menjadi syarat utama bagi negara-negara pengeksport daging yang ingin memasuki pasar Uni Eropa, karena standar ini diterapkan secara konsisten dan diawasi dengan ketat untuk menjamin perlindungan kesehatan masyarakat di kawasan tersebut (Official Journal of the European Union, 2004).

3.8.5 Labeling dan Ketelusuran (*Traceability*)

Labeling dan ketelusuran (*traceability*) merupakan bagian integral dari sistem jaminan mutu dan keamanan pangan, khususnya dalam industri pengolahan daging. Sesuai dengan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan, setiap produk daging wajib mencantumkan informasi yang jelas dan akurat pada label kemasan. Informasi tersebut mencakup jenis daging yang digunakan, tanggal pemotongan, tanggal kedaluwarsa, serta kondisi

penyimpanan yang direkomendasikan untuk menjaga mutu produk. Selain itu, label juga harus memuat keterangan sertifikasi halal untuk menjamin kepatuhan terhadap standar keagamaan, terutama bagi konsumen Muslim, serta mencantumkan Nomor Kontrol Veteriner (NKV) sebagai bukti bahwa produk berasal dari unit usaha yang telah memenuhi standar higiene dan sanitasi yang ditetapkan. Penerapan pelabelan yang lengkap dan sistem ketelusuran yang transparan tidak hanya mendukung perlindungan konsumen, tetapi juga mempermudah proses penarikan produk (recall) jika terjadi insiden keamanan pangan di kemudian hari (BPOM RI, 2018).

Sebagai kesimpulan, standar & regulasi mutu daging di Indonesia dan internasional menekankan higiene, keamanan pangan, parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi, serta kepatuhan terhadap rantai dingin dan sertifikasi seperti SNI, NKV, HACCP, dan ISO 22000. Kepatuhan ini penting untuk menjamin keamanan, mutu, dan daya saing produk daging.

3.9 Rantai Dingin (*Cold Chain*) Daging

Rantai dingin adalah sistem pengendalian suhu yang berkesinambungan dari tahap produksi, penyimpanan, transportasi, distribusi hingga penjualan daging untuk mempertahankan mutu, kesegaran, dan keamanan pangan. Sistem ini meminimalkan pertumbuhan mikroba, oksidasi, serta kerusakan fisik pada daging.

Rantai dingin (*cold chain*) merupakan sistem logistik yang sangat krusial dalam menjaga mutu dan keamanan daging sejak pascapemotongan hingga sampai ke tangan

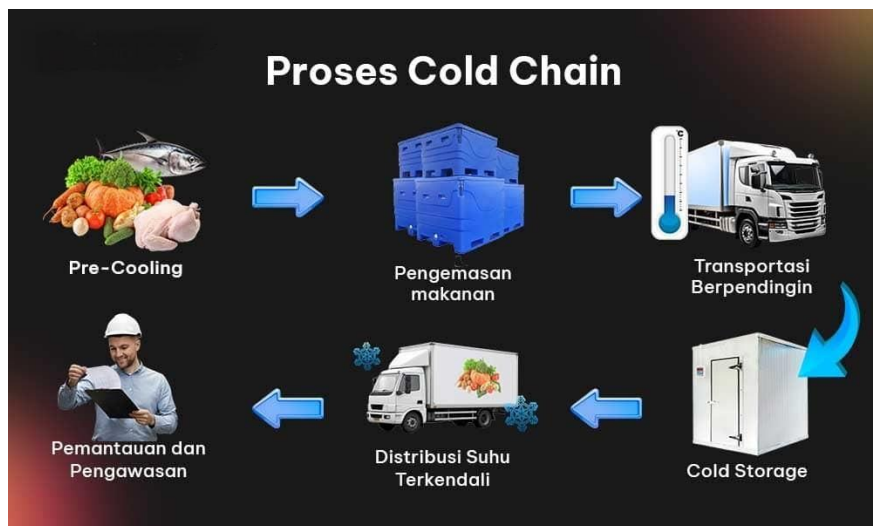
konsumen. Prinsip utama dari sistem ini adalah menjaga suhu rendah secara konsisten pada setiap tahap distribusi, mulai dari proses pascapotong, transportasi, penyimpanan di gudang, ritel, hingga saat daging dikonsumsi. Ungkapan “satu kali suhu naik, kualitas turun selamanya” menggambarkan betapa sensitifnya daging terhadap fluktuasi suhu, karena peningkatan suhu walau sesaat dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme, mempercepat reaksi oksidasi, serta menurunkan kualitas sensorik dan keamanan produk secara permanen (FAO, 2018). Jika rantai dingin terputus atau tidak terjaga dengan baik, daging menjadi lebih cepat rusak dan berpotensi membahayakan kesehatan konsumen akibat kontaminasi mikroba patogen. Oleh karena itu, pengelolaan rantai dingin secara ketat dan berkelanjutan menjadi keharusan dalam industri pengolahan daging untuk menjamin produk yang aman, berkualitas tinggi, serta memiliki umur simpan yang optimal.

3.9.1 Tujuan Rantai Dingin Daging

Tujuan utama dari penerapan rantai dingin (*cold chain*) dalam distribusi daging adalah untuk menjaga kestabilan suhu produk dalam rentang yang aman guna menghambat kerusakan dan mempertahankan mutu. Untuk daging segar, suhu ideal harus dipertahankan antara 0 hingga 4 °C, sedangkan untuk daging beku, suhu harus dijaga pada atau di bawah -18 °C agar aktivitas mikroorganisme pembusuk maupun patogen dapat ditekan secara signifikan (Hui, 2012). Pengendalian suhu ini juga berperan penting dalam mempertahankan karakteristik organoleptik daging, seperti

warna yang segar, tekstur yang kenyal, serta aroma alami yang diharapkan konsumen. Selain aspek mutu dan keamanan pangan, pengelolaan rantai dingin yang optimal dapat memperpanjang umur simpan daging, sehingga produk tetap layak jual dalam waktu yang lebih lama. Hal ini secara langsung turut mengurangi risiko kerugian ekonomi akibat penurunan kualitas, pembusukan dini, maupun penarikan produk dari pasar. Dengan demikian, rantai dingin bukan hanya menjadi standar teknis dalam industri, tetapi juga komponen strategis dalam sistem distribusi daging yang efisien dan berdaya saing.

3.9.2 Tahapan Rantai Dingin Daging



Gambar 3.1. Tahapan Rantai Dingin Daging

1. Pendinginan Karkas di Rumah Potong Hewan (RPH)

Salah satu tahapan krusial dalam rantai dingin daging adalah proses pendinginan awal karkas yang dilakukan di Rumah Potong Hewan (RPH) segera setelah pemotongan. Pendinginan ini bertujuan untuk menurunkan suhu inti karkas ke rentang sekitar 0–4 °C dalam waktu maksimal 24 jam, guna menghambat aktivitas mikroorganisme dan enzim yang dapat menyebabkan kerusakan daging. Proses penurunan suhu yang cepat ini tidak hanya penting dalam menjaga keamanan mikrobiologis, tetapi juga memengaruhi kualitas sensorik dan kestabilan fisikokimia produk daging. Metode yang umum digunakan dalam tahap ini adalah chilling room untuk pendinginan bertahap, atau blast chilling, yaitu teknik pendinginan cepat dengan aliran udara dingin intensif untuk efisiensi yang lebih tinggi (Lawrie & Ledward, 2014). Pemilihan metode pendinginan harus mempertimbangkan kapasitas produksi, efisiensi energi, dan dampaknya terhadap mutu akhir karkas. Tahap awal dalam rantai dingin ini menjadi fondasi penting dalam menjamin bahwa daging yang dihasilkan memenuhi standar mutu dan keamanan sejak dari sumber primer.

2. Penyimpanan di *Cold Storage*

Tahap penyimpanan dalam rantai dingin daging dilakukan di fasilitas *cold storage* yang dirancang untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban guna mempertahankan mutu serta memperpanjang umur

simpan produk. Pada fase ini, daging segar disimpan pada suhu antara 0–4 °C, sedangkan untuk daging beku, suhu harus dijaga di bawah atau sama dengan -18 °C. Selain pengaturan suhu, kelembaban relatif udara dalam ruang penyimpanan juga menjadi faktor penting yang harus dikendalikan, yaitu pada kisaran 85–90%. Kelembaban yang cukup tinggi ini diperlukan untuk mencegah terjadinya drip loss, yaitu kehilangan cairan daging yang dapat menurunkan kualitas sensorik serta nilai gizi produk. Ketidakseimbangan suhu dan kelembaban dapat mempercepat kerusakan daging, baik secara fisik maupun mikrobiologis. Oleh karena itu, sistem penyimpanan yang terkendali secara ketat berperan penting dalam menjaga kontinuitas mutu dari proses produksi hingga distribusi akhir (Lawrie & Ledward, 2014).

3. Transportasi Berpendingin (*Refrigerated Transport*)

Transportasi berpendingin merupakan salah satu tahap kritis dalam rantai dingin daging yang memerlukan pengendalian suhu secara ketat untuk menjaga mutu dan keamanan produk selama distribusi. Proses ini dilakukan menggunakan truk berpendingin (*refrigerated truck*) yang dilengkapi dengan sistem pemantauan suhu otomatis, seperti data logger, yang berfungsi untuk merekam suhu secara berkala dan memberikan informasi real-time jika terjadi deviasi dari batas yang ditetapkan. Penggunaan teknologi ini memungkinkan deteksi dini terhadap potensi gangguan dalam sistem pendinginan selama perjalanan. Menjaga kontinuitas suhu selama proses transportasi

sangat penting, karena gangguan atau putusnya rantai dingin, meskipun hanya dalam waktu singkat, dapat menyebabkan peningkatan suhu yang mempercepat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk, sehingga menurunkan mutu serta membahayakan keamanan daging (Lawrie & Ledward, 2014). Oleh karena itu, manajemen transportasi berpendingin harus dirancang secara sistematis dan terintegrasi sebagai bagian dari strategi distribusi berbasis keamanan pangan.

4. Distribusi dan Display di Retail

Pada tahap distribusi dan penjualan ritel, pengelolaan suhu tetap menjadi aspek krusial dalam mempertahankan integritas rantai dingin daging. Supermarket dan pusat perbelanjaan umumnya menggunakan display chiller dengan suhu antara 0–4 °C untuk produk daging segar, sementara daging beku disimpan dalam display freezer yang mempertahankan suhu di bawah atau sama dengan -18 °C. Penggunaan peralatan ini tidak hanya bertujuan untuk menjaga keamanan mikrobiologis, tetapi juga mempertahankan mutu sensorik yang diharapkan oleh konsumen. Selain pengendalian suhu, sistem rotasi stok yang efisien juga diterapkan melalui prinsip FIFO (First In First Out), yaitu produk yang masuk lebih dulu harus dijual lebih dulu. Strategi ini penting untuk mencegah penumpukan stok lama, meminimalkan pembusukan, dan mengoptimalkan umur simpan produk. Jika distribusi dan penyajian di ritel tidak dikelola dengan benar, maka upaya menjaga mutu

dari tahap hulu dapat menjadi sia-sia, karena daging yang tampak segar namun sebenarnya telah mengalami penyimpangan suhu berisiko membahayakan kesehatan konsumen (FAO, 2018).

3.9.3 Komponen Utama Rantai Dingin

Komponen utama dalam sistem rantai dingin daging mencakup berbagai fasilitas dan teknologi yang dirancang untuk menjaga kestabilan suhu serta kualitas produk sepanjang rantai distribusi. Cold storage merupakan ruang penyimpanan berkapasitas besar yang digunakan untuk mendinginkan atau membekukan daging dalam jumlah besar, dan menjadi titik simpul utama dalam penyimpanan jangka menengah hingga panjang. Sementara itu, blast freezer digunakan untuk proses pembekuan cepat, yang sangat penting untuk mempertahankan struktur dan tekstur daging, serta mengurangi pembentukan kristal es besar yang dapat merusak jaringan otot. Untuk keperluan distribusi, digunakan refrigerated truck, yaitu kendaraan berpendingin yang memastikan suhu tetap terjaga selama pengangkutan dari fasilitas produksi ke pusat distribusi atau ritel. Agar seluruh proses dapat dimonitor secara real-time dan akurat, sistem pengawasan berbasis teknologi seperti monitoring system yang terdiri dari sensor suhu dan kelembaban berbasis *Internet of Things* (IoT) juga diterapkan. Sistem ini memungkinkan pelacakan kondisi lingkungan secara terus-menerus, sekaligus memberikan peringatan dini jika terjadi deviasi dari parameter yang ditentukan. Integrasi seluruh komponen ini sangat penting dalam menjamin efektivitas

rantai dingin dan menjaga keamanan pangan hewani secara menyeluruh (Zhou, Xu, & Liu, 2010).

3.9.4 Standar Suhu dalam Rantai Dingin Daging

Standar suhu dalam rantai dingin daging sangat menentukan umur simpan dan kualitas produk yang dikonsumsi masyarakat. Untuk daging segar, suhu penyimpanan ideal berada pada kisaran 0 hingga 4 °C, dengan umur simpan rata-rata antara 3 hingga 7 hari, tergantung pada jenis daging dan kondisi higienis selama pemrosesan. Sementara itu, daging beku harus disimpan pada suhu ≤ -18 °C, yang memungkinkan umur simpan diperpanjang hingga 6 hingga 12 bulan tanpa menurunkan mutu secara signifikan. Selain dua kategori tersebut, terdapat pula metode penyimpanan *superchilled*, yaitu menyimpan daging pada suhu antara -1 hingga -2 °C.

Tabel 3.3. Standar Suhu dalam Rantai Dingin Daging

Jenis Produk	Suhu Penyimpanan	Umur Simpan
Daging segar	0–4 °C	3–7 hari
Daging beku	≤ -18 °C	6–12 bulan
Daging superchilled	-1 sampai -2 °C	2× lebih lama dari segar

Metode diatas terbukti mampu memperpanjang umur simpan hingga dua kali lipat dibandingkan penyimpanan daging segar pada suhu konvensional, dengan tetap mempertahankan karakteristik sensorik yang baik. Pemilihan

suhu penyimpanan yang tepat berdasarkan jenis produk sangat penting untuk mengoptimalkan efisiensi logistik, mengurangi pembusukan, serta menjamin keamanan dan mutu pangan yang diterima oleh konsumen akhir (Hui, 2012; FAO, 2018).

3.9.5 Manfaat Penerapan Rantai Dingin

Penerapan sistem rantai dingin dalam industri pengolahan daging memberikan berbagai manfaat yang signifikan, baik dari aspek mutu produk, keamanan pangan, efisiensi logistik, maupun kepatuhan terhadap regulasi. Secara kualitas, pengendalian suhu yang optimal memungkinkan warna merah segar pada daging tetap stabil selama penyimpanan dan distribusi, yang merupakan indikator penting bagi daya tarik konsumen. Dari sisi keamanan pangan, rantai dingin mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Salmonella* dan *Escherichia coli*, sehingga mengurangi risiko kontaminasi dan penyakit bawaan pangan. Di samping itu, penerapan rantai dingin meningkatkan efisiensi distribusi, karena daging dapat dipasarkan ke wilayah yang lebih luas dengan tetap mempertahankan kualitasnya. Manfaat lainnya adalah kemudahan dalam memenuhi berbagai standar regulasi yang berlaku, baik di tingkat nasional maupun internasional, seperti SNI, Codex Alimentarius, HACCP, serta ISO 22000, yang semuanya mengharuskan pengendalian suhu sebagai bagian dari sistem manajemen keamanan pangan (Codex Alimentarius Commission, 2005). Dengan demikian, rantai dingin bukan hanya sekadar sistem teknis, tetapi merupakan komponen

strategis dalam memastikan keberlanjutan dan daya saing industri daging.

3.9.6 Regulasi Terkait Rantai Dingin Daging di Indonesia

Di Indonesia, penerapan sistem rantai dingin dalam industri pengolahan daging diatur oleh berbagai regulasi yang bertujuan untuk menjamin mutu dan keamanan pangan hewani. Standar Nasional Indonesia (SNI) 3932:2008 tentang Daging Segar menetapkan ketentuan suhu penyimpanan dan penanganan daging agar tetap layak konsumsi selama distribusi. Selain itu, Kementerian Pertanian melalui Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 mewajibkan unit usaha pangan asal hewan untuk memiliki Sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner (NKV), yang salah satu indikator kelayakannya adalah sistem penyimpanan dan distribusi berpendingin yang memenuhi standar higiene dan sanitasi. Di sisi lain, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) turut memperkuat regulasi melalui Peraturan BPOM Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan, yang tidak hanya mengatur informasi pelabelan, tetapi juga mencakup persyaratan teknis terkait penyimpanan dingin untuk menjaga stabilitas produk hingga ke tangan konsumen. Ketiga regulasi ini saling melengkapi dalam membentuk kerangka hukum nasional yang mendorong industri untuk menerapkan sistem rantai dingin secara menyeluruh dan konsisten, sebagai bagian dari strategi pengendalian mutu dan perlindungan kesehatan masyarakat (Badan Standardisasi Nasional, 2008; Kementerian Pertanian RI, 2020; BPOM RI, 2018).

Sebagai kesimpulan, rantai dingin daging adalah sistem pengendalian suhu yang berkesinambungan untuk menjamin mutu dan keamanan daging hingga sampai ke konsumen. Kegagalan pada salah satu tahap (*cold chain break*) dapat memicu kerusakan mutu, pembusukan, dan risiko kesehatan.

3.10 Tips Praktis Penanganan Pascapanen Daging

Penanganan pascapanen daging bertujuan menjaga kesegaran, keamanan pangan, dan mutu organoleptik hingga sampai ke konsumen. Tips berikut mencakup tahap pemotongan, pendinginan, penyimpanan, transportasi, dan distribusi.

Dalam penanganan pascapanen daging, terdapat beberapa langkah praktis yang penting untuk diterapkan guna menjaga mutu dan keamanan produk. Penggunaan peralatan berbahan stainless steel sangat disarankan karena mudah dibersihkan dan tahan terhadap korosi, serta mendukung standar sanitasi yang tinggi. Sebelum dan sesudah melakukan kontak dengan daging, baik tangan, alat, maupun permukaan kerja harus dicuci secara menyeluruh untuk mencegah kontaminasi silang. Selain itu, daging sebaiknya tidak dibiarkan pada suhu ruang selama lebih dari dua jam, karena kondisi tersebut dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme. Untuk memastikan suhu penyimpanan tetap dalam batas aman, penggunaan termometer sangat dianjurkan, baik pada tahap pendinginan maupun pembekuan. Penerapan praktik-praktik ini merupakan bagian dari upaya sederhana namun efektif dalam menjaga kualitas dan keamanan daging sepanjang rantai distribusi.

3.10.1 Penerapan Higiene dan Sanitasi yang Ketat

Penerapan higiene dan sanitasi yang ketat merupakan aspek fundamental dalam penanganan pascapanen daging untuk menjamin keamanan dan mutu produk. Seluruh peralatan yang digunakan, khususnya alat pemotong, harus dalam kondisi bersih dan telah disanitasi sebelum digunakan, guna mencegah perpindahan mikroorganisme patogen ke permukaan daging. Selain itu, petugas yang terlibat dalam proses penanganan diwajibkan menjalankan protokol kebersihan pribadi dengan mencuci tangan secara menyeluruh, serta mengenakan sarung tangan, celemek, dan pelindung kepala sebagai bagian dari standar kebersihan industri pangan. Salah satu prinsip penting yang harus diperhatikan adalah mencegah terjadinya kontaminasi silang, yakni perpindahan mikroba dari daging mentah ke produk siap saji atau peralatan yang digunakan bersama. Kontaminasi silang dapat menyebabkan peningkatan risiko penyakit bawaan pangan yang membahayakan kesehatan konsumen. Oleh karena itu, pengelolaan higiene dan sanitasi tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga menjadi bagian integral dari sistem keamanan pangan yang berkelanjutan (FAO, 2018).

3.10.2 Pendinginan Cepat Setelah Pemotongan

Pendinginan cepat setelah pemotongan merupakan tahap krusial dalam penanganan pascapanen daging yang bertujuan untuk menghambat aktivitas mikroorganisme dan enzim perusak. Proses ini idealnya dilakukan dengan menurunkan suhu inti karkas hingga mencapai 0–4 °C dalam waktu tidak lebih dari 24 jam setelah pemotongan, melalui

metode chilling. Penurunan suhu yang tepat dapat memperlambat laju pembusukan dan menjaga mutu sensorik serta mikrobiologis daging. Namun demikian, kecepatan pendinginan harus dikendalikan secara hati-hati. Pendinginan yang berlangsung terlalu cepat pada suhu di bawah ambang kritis dapat memicu fenomena cold shortening, yaitu kontraksi otot yang berlebihan akibat pembekuan sebelum proses rigor mortis selesai, yang pada akhirnya menyebabkan tekstur daging menjadi keras dan kurang empuk. Oleh karena itu, pengelolaan suhu selama proses pendinginan awal harus dilakukan secara terukur dan sesuai dengan prinsip ilmiah untuk memperoleh hasil yang optimal dalam hal kualitas dan daya simpan daging (Lawrie & Ledward, 2014).

3.10.3 Simpan dengan Suhu Terkontrol

Penyimpanan daging dengan suhu yang terkontrol merupakan elemen penting dalam menjaga kualitas dan keamanan produk selama distribusi dan pemasaran. Untuk daging segar, suhu ideal penyimpanan berada pada kisaran 0–4 °C dengan kelembaban relatif antara 85–90%. Kondisi ini bertujuan untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk serta menghindari kehilangan cairan yang berdampak pada tekstur dan berat produk. Sementara itu, daging beku memerlukan suhu penyimpanan ≤ -18 °C guna menghentikan aktivitas mikroba sepenuhnya dan memperpanjang umur simpan hingga berbulan-bulan tanpa menurunkan kualitas secara signifikan. Dalam praktiknya, penggunaan termometer digital atau alat perekam suhu otomatis seperti data logger sangat dianjurkan untuk

memantau suhu secara kontinu dan akurat. Pemantauan ini penting guna memastikan bahwa suhu penyimpanan tidak keluar dari batas aman yang dapat mengakibatkan risiko pertumbuhan mikroorganisme patogen atau penurunan mutu sensorik. Dengan sistem pengendalian suhu yang baik, keamanan pangan dapat dijamin dan risiko kerugian ekonomi akibat kerusakan produk dapat diminimalkan (Hui, 2012).

3.10.4 Gunakan Sistem Rantai Dingin (*Cold Chain*)

Penggunaan sistem rantai dingin (*cold chain*) secara menyeluruh dan berkelanjutan merupakan salah satu strategi paling efektif dalam mempertahankan mutu dan keamanan daging pascapanen. Rantai dingin harus dipastikan tidak terputus sejak tahap awal di Rumah Potong Hewan (RPH), dilanjutkan ke penyimpanan dalam cold storage, kemudian ke fase transportasi, hingga ke titik penjualan ritel. Setiap titik dalam rantai ini harus dijaga pada suhu optimal sesuai jenis produk, agar tidak terjadi fluktuasi suhu yang dapat merusak struktur, cita rasa, maupun stabilitas mikrobiologis daging. Dalam proses distribusi, penggunaan kendaraan berpendingin (*refrigerated truck*) sangat dianjurkan. Kendaraan ini dilengkapi dengan sistem pemantauan suhu otomatis seperti data logger atau sensor digital, yang memungkinkan pengawasan suhu secara real-time sepanjang perjalanan. Ketepatan pengendalian suhu dalam seluruh tahap ini menjadi kunci utama untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, memperpanjang umur simpan, dan memastikan produk sampai ke konsumen dalam kondisi aman dan layak konsumsi (Zhou, Xu, & Liu, 2010).

3.10.5 Pilih Metode Pengemasan yang Tepat

Pemilihan metode pengemasan yang tepat memiliki peran krusial dalam mendukung keberhasilan penanganan pascapanen daging, terutama dalam hal mempertahankan mutu sensorik dan mikrobiologis selama penyimpanan dan distribusi. Beberapa teknik pengemasan modern telah terbukti efektif dalam memperpanjang umur simpan daging, antara lain *Vacuum Packaging* (VP), *Modified Atmosphere Packaging* (MAP), dan *Vacuum Skin Packaging* (VSP). Metode VP bekerja dengan cara mengeluarkan udara dari dalam kemasan sehingga mengurangi kadar oksigen, yang secara signifikan dapat menghambat oksidasi lemak serta pertumbuhan mikroorganisme aerob penyebab kerusakan. Sementara itu, MAP menggantikan udara di dalam kemasan dengan campuran gas seperti O₂ dan CO₂ dalam proporsi tertentu, yang berguna untuk mempertahankan warna merah cerah khas daging segar serta menjaga kesegaran dan keamanan produk. Di sisi lain, VSP memberikan keuntungan tambahan dengan membentuk lapisan plastik yang menempel rapat pada permukaan daging, sehingga dapat meminimalkan drip loss atau keluarnya cairan yang dapat mempercepat kerusakan. Ketiga metode ini dapat dipilih dan disesuaikan berdasarkan jenis produk, lama distribusi, dan target pasar, guna mencapai efisiensi penyimpanan sekaligus perlindungan maksimal terhadap kualitas daging (Kerry, O'Grady, & Hogan, 2006).

3.10.6 Hindari Paparan Suhu Ruang Terlalu Lama

Salah satu prinsip penting dalam penanganan pascapanen daging adalah menghindari paparan suhu ruang dalam durasi yang terlalu lama, karena kondisi tersebut dapat mempercepat pertumbuhan mikroorganisme patogen maupun pembusuk. Berdasarkan pedoman higienis internasional, daging segar sebaiknya tidak berada pada suhu ruang selama lebih dari dua jam. Paparan suhu di atas ambang aman ini dapat menurunkan mutu sensorik, mempercepat proses pembusukan, serta meningkatkan risiko kontaminasi mikrobiologis yang membahayakan kesehatan konsumen. Oleh karena itu, proses-proses penting seperti pemotongan, pengemasan, atau sortasi daging harus dilakukan di lingkungan dengan suhu terkontrol, idealnya di ruang dingin dengan suhu maksimal 15 °C. Pendekatan ini menjadi bagian dari sistem pengendalian higiene dan sanitasi yang komprehensif, sebagaimana ditegaskan dalam *Code of Hygienic Practice for Meat* yang dikeluarkan oleh Codex Alimentarius Commission (2005), yang merekomendasikan pengendalian suhu sebagai upaya utama untuk menjaga keamanan pangan hewani.

3.10.7 Rotasi Stok dengan Sistem FIFO (*First In First Out*)

Penerapan sistem rotasi stok dengan prinsip First In First Out (FIFO) merupakan strategi manajemen persediaan yang sangat penting dalam industri pengolahan dan distribusi daging. Prinsip ini menekankan bahwa produk daging yang lebih dahulu masuk ke dalam sistem penyimpanan harus menjadi yang pertama digunakan atau dipasarkan. Tujuannya

adalah untuk meminimalkan risiko penurunan mutu akibat penyimpanan terlalu lama dan untuk menghindari pemborosan karena kedaluwarsa. Dalam praktiknya, sistem FIFO mengharuskan pencatatan yang cermat terhadap tanggal-tanggal penting seperti pemotongan, proses pendinginan, dan pembekuan. Data ini menjadi dasar untuk menentukan urutan distribusi dan memastikan bahwa semua produk tetap dalam masa simpan yang aman dan optimal. Dengan sistem rotasi yang terorganisir, kualitas dan keamanan daging dapat lebih terjaga sepanjang rantai pasok, sekaligus mendukung efisiensi logistik dan kepatuhan terhadap standar keamanan pangan. FAO (2018) menegaskan pentingnya penerapan sistem FIFO dalam menjaga integritas rantai distribusi daging dan mengurangi risiko kerugian ekonomi serta potensi bahaya bagi konsumen.

3.10.8 Cegah Kontaminasi Mikroba

Pencegahan kontaminasi mikroba merupakan aspek krusial dalam penanganan pascapanen daging guna menjamin keamanan dan mutu produk. Salah satu langkah penting adalah menggunakan air bersih yang telah memenuhi standar sanitasi dalam proses pencucian karkas, baik setelah penyembelihan maupun sebelum pemrosesan lanjutan. Air yang terkontaminasi dapat menjadi medium penyebaran mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, dan *Listeria monocytogenes*. Selain itu, penting untuk menghindari kontak langsung antara daging dengan lantai atau permukaan yang tidak bersih karena dapat menjadi sumber kontaminasi silang. Praktik kebersihan dan sanitasi

yang baik harus didukung oleh penerapan sistem manajemen keamanan pangan seperti *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP). Sistem ini memungkinkan identifikasi titik-titik kritis dalam proses produksi yang berpotensi menjadi sumber bahaya biologis, serta pengendalian sistematis untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Codex Alimentarius (2020) menekankan bahwa penerapan HACCP, disertai dengan praktik sanitasi yang konsisten, merupakan fondasi utama untuk menjaga keamanan daging sepanjang rantai produksi hingga ke tangan konsumen.

3.10.9 Perhatikan Penanganan di Retail

Penanganan daging di tingkat ritel memiliki peranan penting dalam menjaga mutu dan keamanan produk hingga sampai ke tangan konsumen. Daging segar harus disimpan dalam display chiller dengan suhu terkontrol antara 0–4 °C, sedangkan produk beku sebaiknya ditempatkan di dalam freezer tertutup dengan suhu ≤ -18 °C. Pengendalian suhu ini bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme serta mencegah terjadinya perubahan kualitas organoleptik seperti warna, tekstur, dan aroma. Selain pengaturan suhu, penting pula untuk menghindari pajangan terbuka yang memungkinkan paparan langsung terhadap udara dan cahaya. Paparan tersebut tidak hanya mempercepat proses oksidasi lemak dan pigmen daging, tetapi juga meningkatkan risiko kontaminasi silang dari lingkungan sekitar. Oleh karena itu, penataan dan pengemasan produk daging di area ritel harus mempertimbangkan prinsip higiene dan stabilitas suhu secara konsisten. Menurut Hui (2012), strategi penanganan yang

tepat di tingkat ritel menjadi kunci keberhasilan akhir dari seluruh sistem rantai dingin yang telah dibangun sejak pascapanen.

3.10.10 Patuhi Regulasi dan Sertifikasi

Kepatuhan terhadap regulasi dan sertifikasi merupakan langkah fundamental dalam menjamin mutu dan keamanan daging yang dipasarkan. Salah satu aspek utama adalah memastikan bahwa produk daging berasal dari unit usaha yang telah memperoleh sertifikat Nomor Kontrol Veteriner (NKV), yaitu sertifikat kelayakan higiene dan sanitasi yang dikeluarkan oleh otoritas berwenang sesuai Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020. Sertifikasi ini menjadi indikator bahwa proses produksi, pengolahan, dan distribusi daging telah memenuhi prinsip *Good Hygienic Practices* (GHP). Selain itu, pelaku usaha wajib mengikuti ketentuan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 3932:2008 tentang Daging Segar yang mencakup parameter fisik seperti warna, bau, dan tekstur; parameter kimia seperti kadar air, protein, dan lemak; serta parameter mikrobiologi seperti batas jumlah total bakteri dan keberadaan patogen. BSN (2008) menegaskan bahwa standar ini bertujuan melindungi konsumen dari risiko kesehatan sekaligus meningkatkan daya saing produk daging di pasar domestik maupun internasional. Dengan demikian, pemenuhan regulasi dan sertifikasi menjadi elemen yang tidak terpisahkan dari sistem manajemen mutu daging modern.

Sebagai kesimpulan, tips praktis penanganan pascapanen daging meliputi higiene ketat, pendinginan cepat,

penyimpanan suhu terkendali, rantai dingin, pengemasan modern, dan kepatuhan standar regulasi. Penerapan tips ini sangat penting untuk menjamin mutu, keamanan pangan, dan memperpanjang umur simpan daging.

DAFTAR PUSTAKA

- Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., & Mills, E. W. (2012). *Principles of meat science*. Kendall Hunt Publishing.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 3932:2008 Daging segar, Syarat mutu*. <https://www.bsn.go.id>
- Codex Alimentarius Commission. (2005). *Code of hygienic practice for meat*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Codex Alimentarius Commission. (2020). *General principles of food hygiene CXC 1-1969*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Direktorat Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian RI. (2020). *Panduan penerapan NKV*. <https://ditkeswan.ditjenpkh.pertanian.go.id>
- FAO. (2018). *Meat quality and safety*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/publications>
- Ferguson, D. M., & Warner, R. D. (2008). *Meat science*. CSIRO Publishing.
- Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. (2014). Edible films and coatings to prevent the deterioration of meat and fish. *Food Research International*, 65, 346–363. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.011>
- Gray, J. I., Gomaa, E. A., & Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43(S1), 111–123. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00059-9](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00059-9)

- Hari, M. A. S. M. (2016). *Fisiologi dan teknologi pasca panen*. Universitas Yudharta Pasuruan.
- Hui, Y. H. (2012). *Handbook of meat and meat processing*. CRC Press.
- ISO. (2018). *ISO 22000:2018, Food safety management systems, Requirements for any organization in the food chain*. International Organization for Standardization.
- Jeremiah, L. E. (2001). Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. *Food Research International*, 34(9), 749–772. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00096-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00096-3)
- Kerry, J. P., O'Grady, M. N., & Hogan, S. A. (2006). Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products. *Meat Science*, 74(1), 113–130. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.014>
- Kerry, J. P., & Butler, P. (2008). *Smart packaging technologies for fast moving consumer goods*. John Wiley & Sons.
- Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2014). *Lawrie's meat science* (8th ed.). Woodhead Publishing.
- Nur'aeni, E., Pelita, U., Fadilah, U., Imamatul Alam, A., & Masopah, D. (2013). *Pascapanen ayam pedaging*. Laboratorium Teknologi dan Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman.
- Official Journal of the European Union. (2004). *Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin*. <https://eur-lex.europa.eu>
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan

- Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2018 tentang Label Pangan Olahan. (2018).
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 tentang Sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner (NKV). (2020).
- Quintavalla, S., & Vicini, L. (2002). Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62(3), 373–380. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00121-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00121-3)
- Santoso, D., Nurjannah, & Egra, S. (2022). *Teknologi penanganan pascapanen*. Syiah Kuala University Press.
- Soewarno, T. S. (2024). *Penanganan dan pengolahan hasil ternak*. Universitas Terbuka.
- Sofos, J. N. (2008). Challenges to meat safety in the 21st century. *Meat Science*, 78(1–2), 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.027>
- Sun, D. W. (2016). *Handbook of frozen food processing and packaging* (2nd ed.). CRC Press.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan.
- Warner, R. D. (2014). Meat science. In R. A. Lawrie & D. A. Ledward (Eds.), *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing.
- Zhang, H., & Mittal, G. S. (2008). Effects of packaging on quality of fresh and frozen meat. *Food Reviews International*, 24(4), 348–358. <https://doi.org/10.1080/87559120802397308>
- Zhao, X., Xin, Y., Meng, S., & He, Z. (2016). Neuroprotective role

of H₂S in Alzheimer's disease. *Molecular Neurobiology*, 53(4), 2324–2336. <https://doi.org/10.1007/s12035-015-9204-8>

Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat: A review. *Meat Science*, 86(1), 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>

BAB 4

PROSES PENGAWETAN DAGING

4.1 Pendahuluan

Daging merupakan salah satu komoditas pangan asal ternak yang memiliki nilai gizi tinggi serta peranan strategis dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat. Secara nutrisi, daging menyediakan protein dengan komposisi asam amino esensial yang lengkap, vitamin larut lemak dan air, serta mineral penting seperti zat besi, seng, dan fosfor. Menurut pandangan Toldrá dan Reig (2017), kontribusi daging terhadap kualitas diet manusia tidak hanya terletak pada kandungan proteinnya, tetapi juga pada bioavailabilitas nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan sumber protein nabati. Oleh karena itu, ketersediaan daging yang aman dan bermutu menjadi isu penting dalam sistem pangan global.

Namun demikian, daging juga diklasifikasikan sebagai bahan pangan yang sangat mudah rusak (highly perishable). Sifat ini berkaitan erat dengan komposisi kimia daging yang kaya air, protein, dan lemak, serta kondisi pH pascapenyembelihan yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Lawrie dan Ledward (2018) menegaskan bahwa tingginya aktivitas air dan kandungan nutrisi menjadikan daging sebagai substrat ideal bagi mikroorganisme pembusuk dan patogen pangan. Tanpa penanganan dan pengawetan yang tepat, daging dapat

mengalami penurunan mutu dalam waktu singkat, bahkan sebelum mencapai konsumen.

Kerusakan daging pascapanen tidak hanya berdampak pada aspek sensoris seperti perubahan warna, bau, dan tekstur, tetapi juga berimplikasi serius terhadap keamanan pangan. Mikroorganisme patogen seperti *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, dan *Escherichia coli* O157:H7 dapat berkembang selama penyimpanan dan distribusi daging yang tidak terkontrol. Zhou et al. (2019) menyatakan bahwa sebagian besar kasus penyakit bawaan pangan yang terkait produk daging berakar pada kegagalan pengendalian suhu dan metode pengawetan yang tidak efektif. Kondisi ini mempertegas bahwa pengawetan daging bukan sekadar upaya memperpanjang umur simpan, melainkan juga instrumen utama perlindungan kesehatan konsumen.

Dari perspektif ekonomi, kehilangan daging akibat pembusukan merupakan salah satu penyumbang utama food loss pada rantai pasok pangan asal ternak. Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO) melaporkan bahwa kerugian pascapanen produk daging di negara berkembang masih tergolong tinggi akibat keterbatasan teknologi pengawetan dan distribusi dingin. Sejalan dengan itu, Galanakis (2020) menekankan bahwa peningkatan efisiensi proses pengawetan daging berkontribusi langsung terhadap pengurangan limbah pangan dan peningkatan keberlanjutan sistem produksi ternak. Dengan demikian, pengawetan daging memiliki dimensi ekonomi dan lingkungan yang sama pentingnya dengan dimensi teknologinya.

Pengawetan daging pada dasarnya merupakan serangkaian proses yang dirancang untuk menghambat atau menghentikan aktivitas mikroorganisme, enzim, serta reaksi kimia yang menyebabkan penurunan mutu. Prinsip ini telah dikenal sejak peradaban awal manusia melalui teknik sederhana seperti pengeringan dan penggaraman. Namun, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi hasil ternak telah mendorong evolusi metode pengawetan menuju pendekatan yang lebih presisi dan terkontrol. Toldrá (2021) menyatakan bahwa pengawetan daging modern tidak lagi berfokus pada satu faktor penghambat, melainkan pada kombinasi berbagai hambatan (*hurdles*) yang bekerja secara sinergis.

Dalam konteks teknologi pangan kontemporer, pengawetan daging juga dituntut untuk mempertahankan kualitas sensori dan nilai gizi produk. Konsumen modern semakin kritis terhadap produk daging yang aman, alami, dan minim bahan kimia sintetis. Menurut Domínguez et al. (2019), tantangan utama pengawetan daging saat ini adalah menyeimbangkan efektivitas penghambatan mikroba dengan preferensi konsumen terhadap produk yang lebih “clean label”. Kondisi ini mendorong lahirnya inovasi pengawetan berbasis bahan alami dan teknologi non-termal.

Di Indonesia, pengawetan daging memiliki relevansi yang sangat kuat, mengingat kondisi geografis, iklim tropis, dan variasi tingkat teknologi di berbagai wilayah. Pada daerah pedesaan dan kepulauan, keterbatasan fasilitas rantai dingin masih menjadi kendala utama dalam menjaga mutu daging. Soeparno et al. (2020) menegaskan bahwa adaptasi teknologi

pengawetan yang sesuai dengan kondisi lokal merupakan kunci keberhasilan pengelolaan daging di negara berkembang. Oleh sebab itu, pemahaman komprehensif mengenai proses pengawetan daging menjadi kebutuhan mendesak bagi praktisi, akademisi, dan pelaku industri.

4.2 Karakteristik Daging dan Mekanisme Kerusakan

Daging merupakan jaringan biologis kompleks yang secara alami dirancang untuk menunjang fungsi fisiologis hewan hidup, bukan untuk stabilitas penyimpanan jangka panjang. Setelah proses penyembelihan, jaringan otot kehilangan sistem pertahanan biologisnya sehingga sangat rentan terhadap berbagai proses degradasi. Toldrá dan Flores (2018) menjelaskan bahwa perubahan status biologis otot menjadi daging menandai dimulainya serangkaian reaksi biokimia dan mikrobiologis yang secara progresif menurunkan mutu produk. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik intrinsik daging menjadi fondasi utama dalam merancang strategi pengawetan yang efektif.

Secara kimiawi, daging tersusun atas air (sekitar 65–75%), protein (18–22%), lemak (1–15% tergantung jenis dan bagian), serta sejumlah kecil karbohidrat, vitamin, dan mineral. Tingginya kandungan air dan protein menjadikan daging sebagai medium ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Aberle et al. (2017), air dalam daging tidak hanya berfungsi sebagai komponen struktural, tetapi juga sebagai pelarut nutrien yang mudah dimanfaatkan oleh mikroba

pembusuk. Kondisi ini menyebabkan daging memiliki umur simpan yang relatif pendek jika tidak diawetkan dengan tepat.

Aktivitas air (*water activity/aw*) merupakan salah satu parameter kunci yang menentukan stabilitas daging selama penyimpanan. Nilai aw daging segar umumnya berada pada kisaran 0,98–0,99, yang sangat mendukung pertumbuhan hampir semua bakteri pembusuk dan patogen. Jay, Loessner, dan Golden (2019) menegaskan bahwa sebagian besar bakteri patogen pangan mampu tumbuh optimal pada aw di atas 0,95, sehingga daging segar tanpa perlakuan pengawetan hampir tidak memiliki hambatan alami terhadap kontaminasi mikroba. Fakta ini menjelaskan mengapa penurunan aw melalui pengeringan atau penambahan garam menjadi prinsip dasar banyak metode pengawetan.

Selain aktivitas air, pH daging pascapenyembelihan juga berperan penting dalam menentukan laju kerusakan. Setelah hewan disembelih, glikogen otot diubah menjadi asam laktat melalui proses glikolisis anaerob, yang menyebabkan penurunan pH dari sekitar 7,0 menjadi 5,4–5,8. Huff-Lonergan dan Lonergan (2018) menyatakan bahwa pH akhir daging memengaruhi stabilitas protein, daya ikat air, serta kerentanan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Daging dengan pH tinggi (DFD) cenderung lebih cepat rusak akibat tingginya kapasitas penyangga terhadap asam dan meningkatnya aktivitas mikroba.

Kerusakan daging juga sangat dipengaruhi oleh aktivitas enzim endogen yang masih berlangsung setelah kematian ternak. Enzim proteolitik seperti calpain dan cathepsin berperan dalam proses pelunakan daging, namun

pada tahap lanjut dapat menyebabkan degradasi struktur protein secara berlebihan. Menurut Toldrá (2021), aktivitas enzim pascamortem merupakan fenomena dua sisi: di satu pihak meningkatkan keempukan, tetapi di pihak lain mempercepat penurunan mutu apabila tidak dikendalikan. Inaktivasi atau perlambatan kerja enzim menjadi sasaran penting dalam proses pengawetan.

Lemak daging, khususnya fraksi asam lemak tak jenuh, sangat rentan terhadap reaksi oksidasi. Oksidasi lipid menyebabkan terbentuknya senyawa volatil yang bertanggung jawab terhadap bau tengik dan penurunan cita rasa. Domínguez et al. (2019) menjelaskan bahwa daging unggas dan daging dengan kandungan lemak tinggi lebih rentan terhadap oksidasi dibandingkan daging merah, terutama selama penyimpanan beku atau pengolahan termal. Proses ini tidak hanya menurunkan mutu sensoris, tetapi juga dapat menghasilkan senyawa yang berpotensi merugikan kesehatan.

Warna daging merupakan atribut mutu yang sangat sensitif terhadap perubahan kimia dan sering menjadi indikator pertama kerusakan bagi konsumen. Pigmen utama daging, mioglobin, dapat mengalami berbagai bentuk oksidasi yang memengaruhi penampilan visual produk. Suman dan Joseph (2018) menegaskan bahwa perubahan dari oksimioglobin (merah cerah) menjadi metmioglobin (cokelat) sering diasosiasikan oleh konsumen sebagai tanda daging tidak segar, meskipun secara mikrobiologis belum tentu berbahaya. Oleh karena itu, stabilitas pigmen menjadi salah satu target penting dalam teknologi pengawetan modern.

Dari sisi mikrobiologi, kerusakan daging terutama disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme pembusuk seperti *Pseudomonas spp.*, *Brochothrix thermosphacta*, dan bakteri asam laktat. Mikroorganisme ini memanfaatkan nutrisi daging dan menghasilkan metabolit yang menyebabkan bau tidak sedap, lendir, serta perubahan tekstur. Nychas et al. (2018) menyatakan bahwa dominasi spesies mikroba tertentu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan, seperti suhu, ketersediaan oksigen, dan jenis kemasan. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme kerusakan daging bersifat dinamis dan kontekstual.

Selain mikroorganisme pembusuk, keberadaan mikroorganisme patogen menjadi perhatian serius dalam konteks keamanan pangan. Patogen dapat bertahan dan bahkan berkembang selama penyimpanan jika kondisi pengawetan tidak memadai. Zhou et al. (2019) menekankan bahwa banyak patogen daging bersifat psikotrofik, sehingga masih mampu tumbuh pada suhu pendinginan. Fakta ini memperjelas bahwa pendinginan saja tidak selalu cukup, dan perlu dikombinasikan dengan metode pengawetan lain.

Interaksi antara faktor fisik, kimia, biokimia, dan mikrobiologi menjadikan mekanisme kerusakan daging sebagai proses multidimensional. Galanakis (2020) menekankan bahwa pendekatan pengawetan modern harus didasarkan pada pemahaman menyeluruh mengenai karakteristik intrinsik daging serta responsnya terhadap perlakuan teknologi. Tanpa pemahaman tersebut, penerapan metode pengawetan berpotensi tidak efektif atau bahkan menurunkan mutu produk.

Dalam konteks teknologi hasil ternak, karakteristik daging tidak dapat dipisahkan dari faktor pra dan pascapenyembelihan, termasuk jenis ternak, umur, pakan, dan kondisi stres. Variabilitas ini menyebabkan respon daging terhadap proses pengawetan menjadi berbeda-beda. Soeparno et al. (2020) menyatakan bahwa keberhasilan pengawetan daging di negara tropis sangat bergantung pada kemampuan teknologi dalam mengakomodasi keragaman karakteristik bahan baku. Oleh sebab itu, penguasaan konsep dasar mengenai karakteristik daging dan mekanisme kerusakannya merupakan prasyarat utama dalam pengembangan sistem pengawetan yang efektif, aman, dan berkelanjutan.

4.3 Prinsip Dasar Pengawetan Daging

Pengawetan daging pada hakikatnya merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmiah untuk memperlambat atau menghentikan proses degradasi yang terjadi setelah kematian ternak. Proses degradasi tersebut meliputi pertumbuhan mikroorganisme, aktivitas enzim endogen, serta reaksi kimia seperti oksidasi lipid dan pigmen. Toldrá (2017) menegaskan bahwa keberhasilan pengawetan daging sangat bergantung pada kemampuan teknologi dalam mengendalikan faktor-faktor penyebab kerusakan tanpa menghilangkan karakteristik mutu yang diharapkan oleh konsumen. Oleh karena itu, prinsip dasar pengawetan tidak dapat dilepaskan dari pemahaman menyeluruh mengenai mekanisme kerusakan daging.

Prinsip paling fundamental dalam pengawetan daging adalah pengendalian pertumbuhan mikroorganisme. Mikroba

pembusuk dan patogen membutuhkan kondisi lingkungan tertentu untuk dapat tumbuh dan berkembang, seperti ketersediaan air, nutrisi, suhu, dan pH yang sesuai. Jay, Loessner, dan Golden (2019) menyatakan bahwa hampir semua metode pengawetan daging pada dasarnya bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi mikroorganisme, baik dengan menurunkan suhu, mengurangi aktivitas air, mengubah pH, maupun membatasi ketersediaan oksigen. Dengan menghambat pertumbuhan mikroba, laju pembusukan dapat ditekan secara signifikan.

Pengendalian suhu merupakan salah satu prinsip pengawetan yang paling luas diterapkan dalam penanganan daging. Pendinginan dan pembekuan bekerja dengan memperlambat aktivitas metabolisme mikroorganisme serta reaksi enzimatik dan kimia. Rahman (2018) menjelaskan bahwa penurunan suhu menyebabkan berkurangnya energi kinetik molekul, sehingga laju reaksi biokimia dalam daging menurun secara eksponensial. Namun, prinsip ini bersifat menunda, bukan menghentikan sepenuhnya, sehingga suhu rendah sering dikombinasikan dengan metode pengawetan lain untuk meningkatkan efektivitasnya.

Prinsip penurunan aktivitas air juga menjadi dasar bagi berbagai teknik pengawetan daging, seperti pengeringan, penggaraman, dan penambahan bahan terlarut lainnya. Aktivitas air yang rendah membatasi kemampuan mikroorganisme untuk mempertahankan keseimbangan osmotik selnya. Toldrá dan Reig (2018) menyatakan bahwa sebagian besar bakteri pembusuk daging tidak mampu tumbuh pada a_w di bawah 0,90, sedangkan kapang dan

khamir memiliki toleransi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, manipulasi aktivitas air merupakan strategi selektif dalam mengendalikan mikroflora daging.

Selain aktivitas air, pengaturan pH daging juga berperan penting dalam prinsip pengawetan. Penurunan pH melalui fermentasi atau penambahan asam dapat menciptakan kondisi yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Lücke (2019) menekankan bahwa efek penghambatan pH tidak hanya berkaitan dengan tingkat keasaman, tetapi juga dengan kemampuan asam untuk berdifusi ke dalam sel mikroba dan mengganggu sistem enzimatik internalnya. Prinsip ini banyak dimanfaatkan dalam produk daging fermentasi dan semi-kering.

Pengendalian ketersediaan oksigen merupakan prinsip lain yang banyak diterapkan dalam pengawetan daging modern. Mikroorganisme aerob, seperti *Pseudomonas spp.*, sangat bergantung pada oksigen untuk pertumbuhannya. McMillin (2017) menjelaskan bahwa pembatasan oksigen melalui pengemasan vakum atau atmosfer termodifikasi dapat secara signifikan menekan dominasi mikroba aerob dan memperlambat pembusukan. Namun, prinsip ini juga harus diterapkan secara hati-hati karena dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme anaerob fakultatif tertentu.

Prinsip inaktivasi atau pengendalian aktivitas enzim endogen juga merupakan komponen penting dalam pengawetan daging. Enzim proteolitik dan lipolitik yang masih aktif pascapenyembelian dapat mempercepat degradasi struktur jaringan dan komponen kimia daging. Huff-Lonergan dan Lonergan (2018) menyatakan bahwa perlakuan suhu,

perubahan pH, dan penggunaan inhibitor alami dapat menurunkan aktivitas enzim tersebut. Dengan mengendalikan kerja enzim, stabilitas tekstur dan cita rasa daging dapat dipertahankan lebih lama.

Reaksi oksidasi lipid dan pigmen merupakan target penting dalam prinsip pengawetan daging, khususnya untuk menjaga mutu sensoris dan nilai gizi. Oksidasi lemak menghasilkan senyawa radikal bebas yang mempercepat kerusakan komponen lain dalam daging. Domínguez et al. (2019) menekankan bahwa pengendalian oksidasi dapat dilakukan melalui pembatasan oksigen, penggunaan antioksidan, serta penerapan suhu rendah. Prinsip ini menjadi semakin penting seiring meningkatnya minat konsumen terhadap produk daging dengan stabilitas rasa dan warna yang baik.

Dalam perkembangan teknologi hasil ternak, prinsip pengawetan daging tidak lagi diterapkan secara tunggal, melainkan melalui pendekatan kombinatorial yang dikenal sebagai *hurdle technology*. Pendekatan ini menggabungkan beberapa faktor penghambat dalam intensitas rendah untuk mencapai efek sinergis. Leistner dan Gould (2017) menjelaskan bahwa kombinasi beberapa hambatan ringan lebih efektif dan lebih dapat diterima konsumen dibandingkan satu hambatan ekstrem. Prinsip ini memungkinkan pengembangan produk daging yang aman, bermutu, dan tetap mempertahankan karakteristik alami.

Penerapan prinsip dasar pengawetan daging juga harus mempertimbangkan keseimbangan antara efektivitas teknologi dan preferensi konsumen. Konsumen modern

semakin menuntut produk daging yang aman, bernilai gizi tinggi, dan minim bahan tambahan sintetis. Galanakis (2020) menyatakan bahwa tantangan utama dalam pengawetan daging saat ini adalah mengintegrasikan prinsip ilmiah dengan konsep keberlanjutan dan *clean label*. Oleh karena itu, prinsip dasar pengawetan daging harus terus dikembangkan sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan, kebutuhan industri, dan dinamika pasar pangan global.

4.4 Metode Pengawetan Daging Konvensional

Metode pengawetan daging konvensional merupakan teknik yang telah lama digunakan oleh manusia untuk memperpanjang umur simpan daging sebelum berkembangnya teknologi modern. Metode-metode ini umumnya didasarkan pada prinsip sederhana, seperti pengendalian suhu, penurunan aktivitas air, dan modifikasi lingkungan penyimpanan. Toldrá dan Reig (2018) menyatakan bahwa meskipun tergolong tradisional, metode pengawetan konvensional masih memiliki relevansi tinggi karena relatif mudah diterapkan, ekonomis, dan sesuai untuk berbagai skala produksi, termasuk industri kecil dan rumah tangga.

Pendinginan (*chilling*) merupakan metode pengawetan konvensional yang paling umum digunakan dalam penanganan daging segar. Pendinginan dilakukan pada suhu mendekati titik beku air (0–4 °C) dengan tujuan memperlambat pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas enzimatis. Rahman (2018) menjelaskan bahwa pada suhu pendinginan, laju metabolisme mikroba menurun drastis, sehingga proses pembusukan berlangsung lebih lambat

dibandingkan pada suhu ruang. Namun demikian, pendinginan tidak menghentikan aktivitas mikroorganisme sepenuhnya, sehingga umur simpan daging tetap terbatas.

Efektivitas pendinginan sangat dipengaruhi oleh kecepatan penurunan suhu setelah penyembelihan serta konsistensi suhu selama penyimpanan. James dan James (2017) menekankan bahwa fluktuasi suhu selama distribusi daging dapat mempercepat pertumbuhan mikroba psikrotrofik, seperti *Pseudomonas spp.*, yang mampu tumbuh pada suhu rendah. Oleh karena itu, pendinginan harus diterapkan sebagai bagian dari sistem rantai dingin yang terintegrasi untuk mencapai hasil pengawetan yang optimal.

Pembekuan (*freezing*) merupakan metode pengawetan konvensional lanjutan yang bekerja dengan menurunkan suhu daging hingga di bawah titik beku, umumnya -18°C atau lebih rendah. Pada kondisi ini, air dalam jaringan daging membentuk kristal es yang membatasi ketersediaan air bagi mikroorganisme. Leygonie, Britz, dan Hoffman (2018) menyatakan bahwa pembekuan efektif dalam menghentikan pertumbuhan mikroba, meskipun tidak selalu membunuhnya. Mikroorganisme dapat tetap bertahan dalam kondisi dorman dan kembali aktif setelah proses pencairan.

Meskipun efektif dalam memperpanjang umur simpan, pembekuan memiliki implikasi terhadap mutu fisik daging. Pembentukan kristal es yang besar dapat merusak struktur sel otot dan menyebabkan kehilangan cairan (*drip loss*) saat pencairan. Zhang et al. (2020) menegaskan bahwa kecepatan pembekuan sangat menentukan kualitas akhir daging beku, di mana pembekuan cepat menghasilkan kristal es yang lebih

kecil dan kerusakan jaringan yang minimal. Hal ini menunjukkan bahwa aspek teknis tetap berperan penting meskipun metode yang digunakan tergolong konvensional.

Pengeringan merupakan metode pengawetan daging tertua yang didasarkan pada prinsip penurunan aktivitas air. Dengan mengurangi kadar air, pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas enzim dapat ditekan secara signifikan. Toldrá (2021) menjelaskan bahwa pengeringan daging dapat dilakukan secara alami menggunakan sinar matahari atau secara buatan menggunakan udara panas terkontrol. Produk seperti dendeng dan daging kering merupakan contoh aplikasi pengeringan yang masih banyak dijumpai hingga saat ini.

Namun demikian, pengeringan juga memiliki keterbatasan, terutama terkait dengan perubahan mutu sensoris dan risiko kontaminasi selama proses. Galanakis (2020) menyatakan bahwa pengeringan tradisional tanpa pengendalian sanitasi dan lingkungan dapat meningkatkan risiko cemaran mikroba dan oksidasi lemak. Oleh karena itu, meskipun prinsipnya sederhana, pengeringan tetap memerlukan penerapan praktik higiene yang baik untuk menghasilkan produk yang aman.

Penggaraman merupakan metode pengawetan konvensional yang sering dikombinasikan dengan pengeringan atau pengasapan. Garam bekerja dengan menurunkan aktivitas air dan menciptakan tekanan osmotik yang merugikan mikroorganisme. Lücke (2019) menjelaskan bahwa ion natrium dan klorida dapat mengganggu keseimbangan sel mikroba, sehingga menghambat

pertumbuhan dan aktivitas metaboliknya. Metode ini telah digunakan secara luas dalam pengolahan daging tradisional di berbagai budaya.

Meskipun efektif, penggunaan garam dalam jumlah tinggi menimbulkan tantangan terkait kesehatan dan preferensi konsumen modern. Domínguez et al. (2019) menyoroti meningkatnya kekhawatiran terhadap asupan natrium berlebih dari produk daging olahan. Kondisi ini mendorong upaya reformulasi produk daging dengan kadar garam lebih rendah, meskipun tetap mempertahankan prinsip dasar pengawetan osmotik.

Pengasapan merupakan metode pengawetan yang memadukan efek pengeringan ringan, pemanasan, dan paparan senyawa kimia dari asap kayu. Senyawa fenolik dan karbonil dalam asap memiliki sifat antimikroba dan antioksidan. Alahakoon et al. (2020) menyatakan bahwa pengasapan tidak hanya berfungsi sebagai metode pengawetan, tetapi juga memberikan karakteristik sensori khas yang meningkatkan daya terima produk. Oleh karena itu, metode ini masih banyak digunakan dalam pengolahan daging tradisional dan semi-industri.

Namun, pengasapan konvensional juga memiliki potensi risiko, terutama terkait pembentukan senyawa polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) yang bersifat karsinogenik. Essumang et al. (2017) menekankan bahwa pengendalian suhu dan jenis bahan bakar sangat penting untuk meminimalkan risiko tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa metode konvensional tetap memerlukan pendekatan ilmiah agar aman dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, metode pengawetan daging konvensional memainkan peran penting dalam sejarah dan praktik teknologi hasil ternak. Soeparno et al. (2020) menegaskan bahwa metode-metode ini masih relevan, terutama di daerah dengan keterbatasan akses teknologi modern. Namun, efektivitas dan keamanan metode konvensional sangat bergantung pada pemahaman ilmiah dan penerapan yang tepat. Oleh karena itu, metode pengawetan konvensional sebaiknya dipandang sebagai fondasi yang dapat dikombinasikan dengan teknologi modern untuk menghasilkan sistem pengawetan daging yang lebih efektif, aman, dan sesuai dengan tuntutan konsumen masa kini.

4.5 Metode Pengawetan Daging Modern dan Inovatif

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi hasil ternak telah mendorong lahirnya berbagai metode pengawetan daging modern yang dirancang untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional. Metode-metode ini tidak hanya bertujuan memperpanjang umur simpan, tetapi juga menjaga mutu sensoris, nilai gizi, dan keamanan pangan secara lebih optimal. Toldrá (2021) menegaskan bahwa pengawetan daging modern dicirikan oleh pendekatan berbasis sains, pengendalian proses yang presisi, serta orientasi pada preferensi konsumen dan keberlanjutan sistem pangan.

Salah satu pendekatan modern yang banyak diaplikasikan dalam industri daging adalah penggunaan bahan pengawet kimia, khususnya nitrit dan nitrat. Senyawa ini

telah lama digunakan dalam produk daging olahan karena efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan *Clostridium botulinum* serta mempertahankan warna merah khas daging olahan. Honikel (2019) menyatakan bahwa nitrit berperan ganda sebagai antimikroba dan antioksidan, sehingga sangat efektif dalam sistem pengawetan daging. Namun demikian, penggunaan nitrit juga menjadi isu kontroversial terkait pembentukan nitrosamin yang berpotensi bersifat karsinogenik.

Seiring meningkatnya kesadaran konsumen terhadap kesehatan, berkembang inovasi pengawetan daging berbasis bahan alami sebagai alternatif nitrit sintetis. Ekstrak tanaman, minyak atsiri, dan senyawa bioaktif alami seperti fenol dan flavonoid mulai banyak diteliti dan diaplikasikan. Domínguez et al. (2019) melaporkan bahwa ekstrak rosemary, teh hijau, dan bawang putih memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan yang signifikan pada produk daging. Pendekatan ini sejalan dengan tren *clean label* yang menekankan penggunaan bahan alami tanpa mengorbankan keamanan produk.

Teknologi pengemasan modern juga memainkan peran sentral dalam pengawetan daging. *Vacuum packaging* bekerja dengan menghilangkan udara dari kemasan, sehingga menekan pertumbuhan mikroorganisme aerob dan memperlambat oksidasi lipid. McMillin (2017) menjelaskan bahwa pengemasan vakum dapat memperpanjang umur simpan daging segar hingga dua kali lipat dibandingkan pengemasan konvensional. Namun, perubahan lingkungan anaerob juga memengaruhi mikroflora dominan, sehingga

perlu dikombinasikan dengan pengendalian suhu dan sanitasi yang baik.

Selain pengemasan vakum, *modified atmosphere packaging* (MAP) menjadi salah satu inovasi yang paling luas diterapkan dalam industri ritel daging. MAP memanfaatkan campuran gas seperti karbon dioksida, oksigen, dan nitrogen untuk menciptakan kondisi optimal bagi stabilitas mikrobiologis dan warna daging. Suman et al. (2018) menyatakan bahwa kombinasi gas yang tepat dapat menekan pertumbuhan mikroba pembusuk sekaligus mempertahankan warna merah cerah daging. Teknologi ini sangat efektif untuk produk daging segar yang dipasarkan secara modern.

Teknologi non-termal juga semakin mendapat perhatian sebagai metode pengawetan inovatif yang minim dampak terhadap mutu sensori dan nutrisi. Salah satu teknologi yang menonjol adalah *high pressure processing* (HPP), yang menggunakan tekanan sangat tinggi untuk menginaktivasi mikroorganisme dan enzim. Campus (2017) menjelaskan bahwa HPP mampu merusak membran sel mikroba tanpa melibatkan pemanasan tinggi, sehingga karakteristik alami daging dapat dipertahankan. Teknologi ini dianggap sangat menjanjikan untuk produk daging siap konsumsi.

Iradiasi pangan merupakan metode pengawetan modern lain yang efektif dalam meningkatkan keamanan mikrobiologis daging. Iradiasi bekerja dengan memanfaatkan radiasi ionisasi untuk merusak DNA mikroorganisme, sehingga menghambat kemampuan reproduksinya. Farkas and Mohácsi-Farkas (2018) menegaskan bahwa iradiasi dosis

rendah hingga sedang efektif menurunkan populasi patogen tanpa menyebabkan perubahan signifikan pada komposisi nutrisi daging. Meskipun aman secara ilmiah, penerimaan konsumen terhadap produk daging iradiasi masih menjadi tantangan di beberapa negara.

Inovasi terkini dalam pengawetan daging juga mengarah pada pemanfaatan bioteknologi dan senyawa bioaktif fungsional. Bakteriosin, enzim antimikroba, dan peptida bioaktif mulai dieksplorasi sebagai agen pengawet alami. Gálvez et al. (2020) menyatakan bahwa bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat memiliki potensi besar dalam menghambat patogen daging tanpa memengaruhi mikroflora menguntungkan. Pendekatan ini membuka peluang pengembangan produk daging fungsional yang aman dan bernilai tambah.

Selain itu, integrasi berbagai metode modern dalam satu sistem pengawetan semakin banyak diterapkan melalui konsep *hurdle technology*. Kombinasi MAP, suhu rendah, antioksidan alami, dan teknologi non-termal memungkinkan tercapainya efek pengawetan yang sinergis. Leistner (2018) menekankan bahwa pendekatan ini memungkinkan penggunaan setiap metode pada intensitas yang lebih rendah, sehingga dampak negatif terhadap mutu dan kesehatan dapat diminimalkan. Hal ini menjadikan *hurdle technology* sebagai paradigma utama dalam pengawetan daging modern.

Dalam konteks keberlanjutan, metode pengawetan daging modern juga diarahkan untuk mengurangi limbah pangan dan jejak lingkungan. Galanakis (2020) menyatakan bahwa teknologi pengawetan inovatif berkontribusi langsung

terhadap efisiensi rantai pasok daging dan pengurangan *food loss*. Dengan memperpanjang umur simpan dan meningkatkan keamanan produk, teknologi ini mendukung sistem pangan yang lebih berkelanjutan dan tangguh.

Secara keseluruhan, metode pengawetan daging modern dan inovatif mencerminkan evolusi teknologi hasil ternak yang responsif terhadap tantangan mutu, keamanan, dan preferensi konsumen. Integrasi ilmu mikrobiologi, kimia pangan, dan rekayasa proses memungkinkan pengembangan sistem pengawetan yang lebih efektif dan adaptif. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap metode modern ini menjadi kebutuhan penting bagi akademisi, praktisi, dan industri dalam menghadapi dinamika pangan asal ternak di masa depan.

4.6 Perubahan Biokimia dan Mikrobiologi Selama Pengawetan

Proses pengawetan daging tidak hanya berfungsi memperlambat kerusakan, tetapi juga secara inheren memicu berbagai perubahan biokimia dan mikrobiologi dalam jaringan daging. Perubahan-perubahan ini terjadi sebagai respons terhadap perlakuan fisik, kimia, maupun biologis yang diterapkan selama pengawetan. Toldrá (2017) menegaskan bahwa mutu akhir daging awetan merupakan hasil interaksi kompleks antara reaksi biokimia internal dan dinamika populasi mikroorganisme selama penyimpanan. Oleh karena itu, pemahaman terhadap perubahan tersebut menjadi kunci dalam merancang proses pengawetan yang efektif dan terkontrol.

Perubahan biokimia yang paling awal dan signifikan selama pengawetan berkaitan dengan degradasi protein otot. Protein miofibril dan sarkoplasmik dapat mengalami denaturasi atau hidrolisis akibat pengaruh suhu, pH, dan aktivitas enzim. Huff-Lonergan dan Lonergan (2018) menyatakan bahwa pendinginan dan pembekuan memperlambat aktivitas enzim proteolitik, tetapi tidak sepenuhnya menghentikannya. Akibatnya, perubahan struktur protein tetap berlangsung secara perlahan dan dapat memengaruhi tekstur serta daya ikat air daging.

Pada metode pengawetan tertentu, seperti pengeringan dan penggaraman, perubahan protein dapat berlangsung lebih intensif akibat stres osmotik dan dehidrasi. Toldrá dan Reig (2018) menjelaskan bahwa penurunan kadar air menyebabkan perubahan konformasi protein yang berdampak pada pengerasan tekstur dan penurunan kelarutan protein. Perubahan ini bersifat irreversible dan sangat menentukan karakteristik produk daging kering atau semi-kering. Dengan demikian, pengendalian tingkat dehidrasi menjadi faktor penting dalam menjaga keseimbangan antara daya simpan dan mutu sensoris.

Lipid daging juga mengalami perubahan biokimia yang signifikan selama proses pengawetan, terutama melalui reaksi oksidasi. Oksidasi lipid dipicu oleh keberadaan oksigen, cahaya, ion logam, dan suhu penyimpanan. Domínguez et al. (2019) melaporkan bahwa proses pengawetan seperti pembekuan dan pengemasan vakum dapat memperlambat, tetapi tidak sepenuhnya mencegah oksidasi lemak, khususnya pada daging dengan kandungan asam lemak tak jenuh tinggi.

Produk oksidasi lipid berkontribusi terhadap penurunan cita rasa, aroma tengik, dan potensi kerusakan nutrisi.

Selain lipid, pigmen daging juga mengalami perubahan biokimia yang memengaruhi penampilan visual produk. Mioglobin sebagai pigmen utama daging sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan selama pengawetan. Suman and Joseph (2018) menjelaskan bahwa perubahan bentuk mioglobin dari oksimioglobin menjadi metmioglobin dipengaruhi oleh ketersediaan oksigen, pH, dan aktivitas antioksidan. Pengawetan dengan atmosfer termodifikasi atau vakum dapat memperlambat perubahan warna, namun efeknya sangat bergantung pada komposisi gas dan suhu penyimpanan.

Dari sudut pandang mikrobiologi, pengawetan daging menyebabkan pergeseran komposisi dan dominasi mikroorganisme. Mikroflora awal daging segar biasanya didominasi oleh bakteri aerob, tetapi metode pengawetan tertentu dapat mengubah lingkungan menjadi selektif bagi kelompok mikroba lain. Nychas et al. (2018) menyatakan bahwa pada pengemasan vakum dan MAP, bakteri asam laktat sering menjadi mikroflora dominan karena kemampuannya beradaptasi pada kondisi rendah oksigen. Pergeseran ini tidak selalu merugikan, namun dapat memengaruhi karakteristik sensoris produk.

Pertumbuhan mikroorganisme selama pengawetan juga berkaitan erat dengan ketersediaan nutrisi hasil degradasi biokimia. Hidrolisis protein dan lipid menghasilkan senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber energi. Zhou et al. (2019) menekankan bahwa

pengendalian perubahan biokimia dapat secara tidak langsung menekan pertumbuhan mikroorganisme dengan membatasi ketersediaan substrat metabolik. Hal ini menunjukkan bahwa aspek biokimia dan mikrobiologi dalam pengawetan daging saling terkait secara erat.

Pada beberapa metode pengawetan modern, seperti *high pressure processing* dan iradiasi, perubahan mikrobiologi terjadi melalui mekanisme inaktivasi langsung terhadap sel mikroba. Tekanan tinggi dapat merusak membran sel dan sistem enzim mikroorganisme, sementara iradiasi merusak materi genetiknya. Farkas and Mohácsi-Farkas (2018) menyatakan bahwa teknologi ini efektif menurunkan populasi patogen tanpa menyebabkan perubahan biokimia ekstrem pada komponen utama daging. Oleh karena itu, teknologi non-termal dianggap unggul dalam menjaga keseimbangan antara keamanan dan mutu.

Fermentasi sebagai salah satu bentuk pengawetan biologis juga memicu perubahan biokimia dan mikrobiologi yang khas. Aktivitas bakteri asam laktat menghasilkan asam organik, peptida, dan senyawa volatil yang memengaruhi rasa dan aroma. Leroy et al. (2017) menjelaskan bahwa fermentasi daging yang terkontrol dapat meningkatkan stabilitas mikrobiologis sekaligus menghasilkan karakteristik sensoris yang diinginkan. Namun, proses ini sangat bergantung pada kontrol starter culture dan kondisi lingkungan.

Perubahan biokimia selama pengawetan juga berdampak pada nilai gizi daging. Beberapa vitamin sensitif terhadap panas dan oksigen dapat mengalami degradasi, sementara protein dan mineral umumnya relatif stabil.

Galanakis (2020) menyatakan bahwa tantangan utama pengawetan daging modern adalah meminimalkan kehilangan nutrisi sambil tetap memastikan keamanan mikrobiologis. Oleh karena itu, evaluasi nilai gizi perlu menjadi bagian integral dalam pengembangan metode pengawetan.

Secara keseluruhan, perubahan biokimia dan mikrobiologi selama pengawetan merupakan proses dinamis yang menentukan mutu akhir daging awetan. Interaksi antara faktor intrinsik daging dan perlakuan pengawetan menghasilkan respon yang berbeda-beda pada setiap sistem. Toldrá (2021) menegaskan bahwa penguasaan mekanisme perubahan ini memungkinkan pengembangan strategi pengawetan yang lebih presisi, adaptif, dan berorientasi pada mutu. Dengan demikian, pemahaman mendalam mengenai perubahan biokimia dan mikrobiologi menjadi landasan ilmiah yang sangat penting dalam teknologi pengawetan daging.

4.7 Aplikasi Praktis Pengawetan Daging

Aplikasi praktis pengawetan daging merupakan tahap krusial yang menjembatani konsep teoritis dengan implementasi nyata di lapangan. Keberhasilan pengawetan tidak hanya ditentukan oleh pemilihan metode yang tepat, tetapi juga oleh konsistensi penerapan, kondisi lingkungan, dan kapasitas sumber daya manusia. Toldrá (2021) menegaskan bahwa banyak kegagalan pengawetan daging bukan disebabkan oleh kelemahan teknologi, melainkan oleh ketidaktepatan penerapan prinsip ilmiah dalam praktik sehari-hari. Oleh karena itu, pemahaman aplikatif menjadi faktor penentu dalam menjaga mutu dan keamanan daging.

Dalam industri pengolahan daging berskala besar, pengawetan diterapkan secara terintegrasi sejak tahap pascapenyembelihan hingga distribusi produk akhir. Pendinginan cepat (*rapid chilling*) segera setelah penyembelihan merupakan praktik standar untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme awal. James and James (2017) menyatakan bahwa penurunan suhu karkas yang cepat dan merata dapat memperpanjang umur simpan daging segar secara signifikan sekaligus menjaga kualitas sensorisnya. Praktik ini umumnya dikombinasikan dengan pengemasan vakum atau MAP pada tahap distribusi.

Pengemasan modern menjadi elemen penting dalam aplikasi praktis pengawetan daging di industri ritel. *Modified atmosphere packaging* banyak digunakan untuk mempertahankan warna dan memperlambat pembusukan daging segar yang dipasarkan secara terbuka. Suman et al. (2018) melaporkan bahwa MAP dengan kandungan oksigen terkontrol efektif mempertahankan daya tarik visual daging merah, yang sangat memengaruhi keputusan pembelian konsumen. Namun, pengaturan komposisi gas harus disesuaikan dengan jenis daging dan durasi penyimpanan yang diinginkan.

Pada industri daging olahan, pengawetan sering diterapkan melalui kombinasi metode fisik, kimia, dan biologis. Produk seperti sosis, nugget, dan kornet memanfaatkan pemanasan, penambahan bahan pengawet, serta pengemasan kedap udara. Honikel (2019) menekankan bahwa pengendalian formulasi dan proses sangat penting untuk mencegah risiko mikrobiologis, khususnya pada produk siap

konsumsi. Aplikasi prinsip *hurdle technology* memungkinkan industri menghasilkan produk yang aman dengan penggunaan bahan tambahan yang minimal.

Aplikasi pengawetan daging pada skala usaha kecil dan menengah (UMKM) memiliki tantangan tersendiri, terutama terkait keterbatasan teknologi dan infrastruktur. Metode konvensional seperti pengeringan, penggaraman, dan pengasapan masih banyak digunakan karena biaya yang relatif rendah dan kemudahan penerapan. Soeparno et al. (2020) menyatakan bahwa metode ini tetap efektif apabila didukung oleh praktik higiene dan sanitasi yang baik. Pelatihan dan pendampingan teknis menjadi kunci dalam meningkatkan mutu produk daging UMKM.

Di wilayah pedesaan dan daerah terpencil, pengawetan daging sering kali menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan akses terhadap rantai dingin. Produk daging kering dan fermentasi tradisional banyak dikembangkan sebagai strategi adaptif terhadap kondisi lokal. Leroy et al. (2017) menegaskan bahwa fermentasi daging berbasis budaya lokal dapat menghasilkan produk yang stabil secara mikrobiologis sekaligus memiliki nilai tambah ekonomi. Pendekatan ini relevan untuk mendukung ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat.

Rantai distribusi daging merupakan salah satu titik kritis dalam aplikasi pengawetan. Fluktuasi suhu selama transportasi dan penyimpanan dapat mempercepat kerusakan meskipun metode pengawetan telah diterapkan dengan baik. Galanakis (2020) menekankan bahwa integrasi sistem rantai dingin dari produsen hingga konsumen akhir sangat penting dalam

menjaga efektivitas pengawetan. Pemantauan suhu berbasis teknologi digital mulai banyak diadopsi untuk meminimalkan risiko kehilangan mutu.

Dalam konteks rumah tangga, aplikasi pengawetan daging sering kali dilakukan secara sederhana, seperti penyimpanan dingin dan pembekuan. Namun, praktik yang kurang tepat, seperti pencairan berulang dan penyimpanan pada suhu yang tidak stabil, dapat meningkatkan risiko mikrobiologis. Jay et al. (2019) menyatakan bahwa edukasi konsumen mengenai praktik pengawetan yang benar sangat penting untuk memastikan keamanan pangan hingga tingkat konsumsi. Dengan demikian, pengawetan daging bukan hanya tanggung jawab produsen, tetapi juga konsumen.

Aplikasi praktis pengawetan daging di Indonesia menghadapi tantangan spesifik yang berkaitan dengan iklim tropis, distribusi geografis, dan variasi kapasitas teknologi. Suhu lingkungan yang tinggi mempercepat laju kerusakan, sehingga penerapan pengawetan harus lebih ketat dibandingkan negara beriklim sedang. Soeparno et al. (2020) menegaskan bahwa adaptasi teknologi pengawetan yang sesuai dengan kondisi lokal merupakan strategi utama dalam meningkatkan mutu daging nasional. Hal ini mencakup pemanfaatan teknologi sederhana yang efisien hingga adopsi inovasi modern secara bertahap.

Selain tantangan, aplikasi pengawetan daging juga membuka peluang besar dalam pengembangan produk bernilai tambah. Diversifikasi produk daging awetan memungkinkan peningkatan daya saing dan pendapatan pelaku usaha. Toldrá and Reig (2018) menyatakan bahwa

inovasi produk berbasis pengawetan yang tepat dapat meningkatkan nilai ekonomi daging sekaligus mengurangi *food loss*. Oleh karena itu, aplikasi praktis pengawetan daging memiliki peran strategis dalam pembangunan industri hasil ternak yang berkelanjutan.

Secara keseluruhan, aplikasi praktis pengawetan daging merupakan implementasi nyata dari prinsip dan metode yang telah dibahas pada subbab sebelumnya. Keberhasilan aplikasi ini sangat bergantung pada kesesuaian teknologi dengan konteks produksi, distribusi, dan konsumsi. Dengan pendekatan ilmiah dan adaptif, pengawetan daging dapat berfungsi sebagai instrumen penting dalam menjamin mutu, keamanan, dan keberlanjutan pangan asal ternak.

4.8 Keamanan Pangan dan Arah Pengembangan Pengawetan Daging

Keamanan pangan merupakan aspek fundamental dalam pengawetan daging yang tidak dapat dipisahkan dari tujuan utama memperpanjang umur simpan dan menjaga mutu produk. Daging sebagai pangan asal ternak memiliki risiko tinggi terhadap cemaran biologis, kimia, dan fisik yang dapat membahayakan kesehatan konsumen. Jay et al. (2019) menegaskan bahwa sistem pengawetan yang efektif harus mampu mengendalikan bahaya pangan secara menyeluruh, bukan hanya memperlambat pembusukan. Oleh karena itu, pendekatan keamanan pangan menjadi landasan utama dalam pengembangan teknologi pengawetan daging modern.

Bahaya biologis masih menjadi ancaman utama dalam produk daging, khususnya yang berkaitan dengan bakteri

patogen seperti *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, dan *Clostridium botulinum*. Mikroorganisme ini dapat bertahan bahkan berkembang pada kondisi penyimpanan tertentu jika proses pengawetan tidak diterapkan dengan benar. Zhou et al. (2019) menyatakan bahwa sebagian besar kejadian penyakit bawaan pangan dari daging disebabkan oleh kegagalan pengendalian suhu, sanitasi, dan proses pengawetan yang tidak konsisten. Hal ini menegaskan pentingnya penerapan prinsip keamanan pangan sejak tahap pascapenyembelihan.

Selain bahaya biologis, bahaya kimia juga menjadi perhatian dalam pengawetan daging, terutama yang berkaitan dengan penggunaan bahan tambahan pangan. Senyawa seperti nitrit dan nitrat memiliki fungsi penting dalam pengawetan, tetapi penggunaannya harus dikendalikan secara ketat. Honikel (2019) menekankan bahwa pembentukan nitrosamin pada produk daging olahan dapat diminimalkan melalui formulasi yang tepat dan penggunaan antioksidan. Dengan demikian, pengawetan daging harus selalu mempertimbangkan keseimbangan antara efektivitas teknologi dan keamanan konsumen.

Bahaya fisik, meskipun relatif lebih jarang, tetap menjadi bagian dari sistem keamanan pangan daging. Kontaminasi oleh fragmen logam, tulang, atau bahan asing lainnya dapat terjadi selama proses pengolahan dan pengemasan. McMillin (2017) menyatakan bahwa penerapan *good manufacturing practices* (GMP) dan sistem pengendalian mutu berbasis risiko merupakan langkah penting dalam mencegah bahaya fisik. Hal ini menunjukkan bahwa

pengawetan daging tidak hanya bersifat teknologis, tetapi juga manajerial.

Pendekatan sistematis terhadap keamanan pangan dalam pengawetan daging diwujudkan melalui penerapan *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP). Sistem ini menekankan identifikasi titik kritis yang berpotensi menimbulkan bahaya dan penerapan tindakan pengendalian yang tepat. Wallace et al. (2018) menyatakan bahwa HACCP merupakan kerangka kerja yang paling efektif dalam menjamin keamanan produk daging, terutama ketika dikombinasikan dengan teknologi pengawetan yang tepat. Implementasi HACCP menjadi standar internasional dalam industri pengolahan daging modern.

Dalam konteks perkembangan teknologi, arah pengembangan pengawetan daging semakin mengarah pada pendekatan yang lebih berkelanjutan dan ramah konsumen. Teknologi non-termal, bahan pengawet alami, dan sistem pengemasan cerdas (*smart packaging*) menjadi fokus utama penelitian dan inovasi. Galanakis (2020) menegaskan bahwa masa depan pengawetan daging akan ditentukan oleh kemampuan teknologi dalam mengurangi penggunaan bahan kimia sintetis, menekan *food loss*, dan menjaga kualitas nutrisi produk. Pendekatan ini sejalan dengan tuntutan konsumen terhadap pangan yang aman dan sehat.

Arah pengembangan lain yang semakin mendapat perhatian adalah integrasi teknologi pengawetan dengan konsep *clean label*. Konsumen modern cenderung memilih produk daging dengan daftar bahan yang sederhana dan mudah dipahami. Domínguez et al. (2019) menyatakan bahwa

penggunaan ekstrak alami dan biopreservatif menawarkan peluang besar dalam pengembangan produk daging yang aman dan diterima pasar. Namun, efektivitas dan konsistensi bahan alami masih menjadi tantangan yang perlu ditangani melalui riset lebih lanjut.

Digitalisasi dan otomatisasi juga mulai memainkan peran penting dalam sistem keamanan dan pengawetan daging. Pemantauan suhu, kelembapan, dan kondisi atmosfer secara real-time memungkinkan pengendalian mutu yang lebih presisi sepanjang rantai pasok. James and James (2017) menekankan bahwa integrasi teknologi digital dalam rantai dingin dapat secara signifikan mengurangi risiko kegagalan pengawetan. Pendekatan ini sangat relevan untuk sistem distribusi daging yang kompleks dan berskala besar.

Dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia, arah pengembangan pengawetan daging harus mempertimbangkan aspek keterjangkauan dan kesesuaian teknologi. Teknologi sederhana namun efektif tetap memiliki peran strategis, khususnya di wilayah pedesaan dan kepulauan. Soeparno et al. (2020) menegaskan bahwa adaptasi teknologi pengawetan yang berbasis kondisi lokal merupakan kunci dalam meningkatkan keamanan pangan nasional. Dengan demikian, inovasi tidak selalu berarti teknologi canggih, tetapi juga optimalisasi teknologi yang sudah ada.

Secara keseluruhan, keamanan pangan dan arah pengembangan pengawetan daging merupakan dua aspek yang saling terkait dan tidak dapat dipisahkan. Pengawetan daging di masa depan harus mampu menjawab tantangan

keamanan, mutu, keberlanjutan, dan preferensi konsumen secara simultan. Dengan landasan ilmiah yang kuat dan penerapan teknologi yang adaptif, pengawetan daging dapat berkontribusi secara signifikan terhadap sistem pangan yang aman, efisien, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., & Mills, E. W. (2017). *Principles of meat science* (5th ed.). Kendall Hunt Publishing.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., & Jo, C. (2020). Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science & Technology*, 45, 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.008>
- Campus, M. (2017). High pressure processing of meat, meat products and seafood. *Food Engineering Reviews*, 2(4), 256–273. <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9028-x>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Essumang, D. K., Dodoo, D. K., & Adjei, J. K. (2017). Polycyclic aromatic hydrocarbon content of smoked fish. *Food Chemistry*, 74, 299–303.
- Farkas, J., & Mohácsi-Farkas, C. (2018). History and future of food irradiation. *Trends in Food Science & Technology*, 71, 197–208. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.002>
- Galanakis, C. M. (2020). *Food quality and shelf life*. Academic Press.
- Gálvez, A., Abriouel, H., López, R. L., & Ben Omar, N. (2020). Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*, 120, 51–70.
- Honikel, K. O. (2019). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*,

78(1–2),

68–76.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030>

- Huff-Loneragan, E., & Lonergan, S. M. (2018). Mechanisms of water-holding capacity of meat. *Meat Science*, 144, 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.004>
- James, S. J., & James, C. (2017). The food cold-chain and climate change. *Food Research International*, 43, 1944–1956.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2019). *Modern food microbiology* (8th ed.). Springer.
- Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2018). *Lawrie's meat science* (8th ed.). Woodhead Publishing.
- Leistner, L. (2018). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55, 181–186.
- Leroy, F., Verluyten, J., & De Vuyst, L. (2017). Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270–285.
- Lücke, F. K. (2019). Fermented meat products. *Food Research International*, 37, 447–456.
- McMillin, K. W. (2017). Advancements in meat packaging. *Meat Science*, 132, 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.015>
- Nychas, G.-J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & Koutsoumanis, K. P. (2018). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 145, 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.020>

- Soeparno. (2020). *Ilmu dan teknologi daging* (Edisi terbaru). Gadjah Mada University Press.
- Suman, S. P., & Joseph, P. (2018). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 135–159.
<https://doi.org/10.1146/annurev-food-030117-012745>
- Suman, S. P., Hunt, M. C., Nair, M. N., & Rentfrow, G. (2018). Improving beef color stability. *Meat Science*, 95, 459–468.
- Toldrá, F. (2017). *Lawrie's meat science* (8th ed.). Woodhead Publishing.
- Toldrá, F. (2021). *Advances in meat processing and preservation*. Woodhead Publishing.
- Toldrá, F., & Reig, M. (2018). Innovations for healthier processed meats. *Trends in Food Science & Technology*, 77, 78–87.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.007>
- Wallace, C. A., Sperber, W. H., & Mortimore, S. E. (2018). *Food safety for the 21st century*. Wiley-Blackwell.
- Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2019). Preservation technologies for fresh meat—A review. *Meat Science*, 86(1), 119–128.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.033>

BAB 5

PRODUK OLAHAN DAGING TRADISIONAL DAN MODERN

5.1 Produk olahan daging tradisional Indonesia

Daging merupakan bahan pangan bernilai gizi tinggi yang sejak lama diolah oleh masyarakat Indonesia melalui berbagai teknik tradisional yang diwariskan secara turun-temurun. Produk olahan daging tradisional berkembang sebagai respons terhadap kebutuhan pengawetan, peningkatan cita rasa, serta penyesuaian dengan kondisi sosial dan lingkungan setempat. Keberadaan dendeng, rendang, se'i, dan bakso menunjukkan bahwa pengolahan daging di Indonesia tidak hanya berorientasi pada aspek teknis, tetapi juga sarat dengan makna budaya dan identitas daerah. Produk-produk tersebut merepresentasikan adaptasi lokal terhadap keterbatasan teknologi penyimpanan masa lalu dengan memanfaatkan rempah, panas, dan proses fisik tertentu untuk mempertahankan mutu daging (Rahmatia, Rosidin, & Hilaliyah, 2021).



Gambar 1. Dendeng sapi sebagai produk olahan daging tradisional Indonesia.



Gambar 2. Rendang daging sapi sebagai contoh olahan daging tradisional.



Gambar 3. Se'i daging khas Nusa Tenggara Timur dengan metode pengasapan.



Gambar 4. Bakso daging sebagai produk olahan restrukturisasi.



Gambar 5. Produk olahan daging modern seperti sosis dan nugget.

(Sumber : Purnomo et al., 2019)

Dendeng merupakan salah satu contoh paling awal dari produk olahan daging tradisional Indonesia yang menekankan pada teknik pengeringan dan pemasakan berbumbu. Irisan daging yang tipis memungkinkan penetrasi bumbu secara optimal serta mempercepat proses pengurangan kadar air, sehingga produk menjadi lebih awet dan memiliki karakteristik tekstur yang khas. Kombinasi gula, garam, dan rempah berfungsi tidak hanya sebagai pembentuk rasa, tetapi juga sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Secara tradisional, dendeng dikembangkan sebagai lauk tahan simpan yang sesuai dengan pola konsumsi masyarakat agraris dan perantau (Putri & Winarno, 2020).

Rendang menempati posisi istimewa dalam khazanah olahan daging tradisional Indonesia karena kompleksitas

proses dan kekayaan bumbu yang digunakan. Proses pemasakan dalam waktu lama dengan santan dan rempah menghasilkan produk daging dengan stabilitas tinggi terhadap kerusakan mikrobiologis dan oksidatif. Rendang tidak hanya dipandang sebagai produk pangan, tetapi juga sebagai simbol sosial yang merepresentasikan kesabaran, ketekunan, dan nilai kebersamaan dalam budaya Minangkabau. Dari sudut pandang teknologi pangan, rendang menunjukkan penerapan prinsip pemanasan berkelanjutan dan pengurangan aktivitas air secara alami (Sari & Hidayat, 2022).

Se'i dari Nusa Tenggara Timur merupakan produk olahan daging tradisional yang mengandalkan teknik pengasapan sebagai metode utama pengolahan dan pengawetan. Pengasapan menghasilkan senyawa fenolik dan karbonil yang berperan dalam pembentukan aroma khas sekaligus menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Teknik ini berkembang seiring dengan kondisi geografis dan ketersediaan bahan bakar alami di wilayah tersebut. Se'i mencerminkan bagaimana pengetahuan lokal memanfaatkan sumber daya alam untuk menghasilkan produk daging dengan daya simpan lebih panjang dan karakter sensorik yang unik (Lewa & Kase, 2021).

Bakso merupakan produk olahan daging yang menunjukkan transisi antara tradisi dan modernitas dalam pengolahan pangan Indonesia. Berbasis daging giling yang dicampur dengan pati dan bumbu, bakso mencerminkan konsep restrukturisasi daging yang telah lama dikenal masyarakat. Popularitas bakso yang meluas di seluruh lapisan

sosial menjadikannya salah satu produk olahan daging paling adaptif terhadap perubahan selera konsumen dan perkembangan teknologi produksi. Dari sudut pandang industri, bakso menjadi contoh produk tradisional yang mudah distandarisasi untuk produksi skala besar (Suwanto, Sari, & Rusnawati, 2023).

Perkembangan industri pengolahan daging mendorong transformasi produk tradisional menuju bentuk yang lebih modern melalui penerapan teknologi mekanisasi, formulasi terkontrol, dan sistem pengemasan yang lebih higienis. Produk seperti sosis, nugget, dan kornet merupakan hasil adaptasi teknologi pengolahan daging modern yang menekankan konsistensi mutu, efisiensi produksi, dan kemudahan konsumsi. Meskipun berasal dari konsep Barat, produk-produk ini diolah dengan penyesuaian cita rasa lokal sehingga dapat diterima oleh konsumen Indonesia (Utami, Hunaefi, & Adawiyah, 2021).

Modernisasi olahan daging juga menuntut perhatian lebih terhadap aspek keamanan pangan dan kualitas produk. Pengendalian suhu, sanitasi peralatan, serta penggunaan bahan tambahan pangan yang sesuai regulasi menjadi faktor penting dalam menjaga mutu produk olahan daging modern. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa konsumen semakin sensitif terhadap tekstur, aroma, dan kandungan gizi produk, sehingga produsen dituntut untuk mengintegrasikan prinsip ilmu pangan dalam setiap tahap pengolahan (Prasetyo & Nugroho, 2020).

Di sisi lain, produk olahan daging tradisional menghadapi tantangan dalam mempertahankan eksistensinya

di tengah arus industrialisasi dan globalisasi pangan. Keterbatasan standarisasi proses dan variasi mutu antarprodusen sering kali menjadi kendala dalam pemasaran skala luas. Namun demikian, meningkatnya minat konsumen terhadap pangan lokal dan autentik membuka peluang revitalisasi produk tradisional melalui inovasi teknologi tanpa menghilangkan karakter aslinya (Kurniawan & Lestari, 2022).

Integrasi antara produk olahan daging tradisional dan modern menciptakan spektrum produk yang luas dalam industri pengolahan daging Indonesia. Sinergi antara kearifan lokal dan teknologi modern memungkinkan pengembangan produk bernilai tambah tinggi yang tetap berakar pada identitas budaya. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan daya saing industri nasional, tetapi juga berkontribusi terhadap pelestarian warisan kuliner nusantara dalam konteks sistem pangan modern (Hidayah & Ramadhan, 2023).

Secara keseluruhan, produk olahan daging tradisional Indonesia merupakan fondasi penting bagi perkembangan industri pengolahan daging modern. Keberhasilan industri ini sangat bergantung pada kemampuan mengelola keseimbangan antara inovasi teknologi, preferensi konsumen, dan pelestarian nilai budaya. Dengan pendekatan yang tepat, produk tradisional dan modern dapat berkembang secara berkelanjutan sebagai bagian integral dari sistem industri pengolahan daging nasional (Wicaksono & Hartono, 2024).

5.2 Produk olahan daging modern dan industri

Produk olahan daging modern merupakan hasil perkembangan teknologi pangan yang bertujuan

meningkatkan efisiensi produksi, mutu sensoris, serta keamanan pangan secara konsisten. Berbeda dengan produk tradisional yang umumnya bergantung pada kearifan lokal dan teknik pengawetan sederhana, industri pengolahan daging modern memanfaatkan pendekatan ilmiah berbasis rekayasa proses, formulasi bahan, dan kontrol mutu yang ketat. Produk seperti sosis, nugget, kornet, dan produk siap saji lainnya menjadi representasi utama bagaimana teknologi dapat mengubah bahan baku daging menjadi komoditas bernilai tambah tinggi dengan karakteristik yang seragam dan mudah diterima oleh konsumen modern (Nurjati, Purnawan, & Stevviani, 2021).



Gambar 5.1. Produk Olahan Daging Modern dan Industri
(Sumber : Soeparno, 2020)

Industri sosis modern, misalnya, menerapkan prinsip emulsifikasi daging yang dikombinasikan dengan penggunaan pengikat, pengemulsi, serta kontrol suhu selama proses pencampuran dan pemasakan. Proses ini dirancang untuk menghasilkan tekstur yang homogen, elastis, dan stabil, sekaligus menjaga warna dan cita rasa produk. Keberhasilan produksi sosis secara industri sangat bergantung pada pemahaman sifat protein daging dan interaksinya dengan bahan tambahan pangan, sehingga sosis tidak hanya berfungsi sebagai produk konsumsi, tetapi juga sebagai model penerapan teknologi pengolahan daging modern (Utami, Hunaefi, & Adawiyah, 2021).

Produk nugget daging merupakan contoh nyata dari inovasi industri yang berorientasi pada kepraktisan dan kemudahan konsumsi. Nugget diproduksi melalui serangkaian tahapan terstandar, mulai dari penggilingan daging, pencampuran dengan bahan pengikat, pembentukan, pelapisan, hingga proses pemasakan dan pembekuan. Pendekatan ini memungkinkan produk memiliki umur simpan yang panjang serta kualitas sensoris yang relatif stabil selama distribusi dan penyimpanan. Nugget juga mencerminkan pergeseran pola konsumsi masyarakat menuju produk siap masak yang sesuai dengan gaya hidup urban (Tarumanagara & Steven, 2023).

Selain produk berbasis daging utuh, industri pengolahan daging modern juga mengembangkan produk restrukturisasi dan rekayasa tekstur yang lebih kompleks. Kornet dan daging olahan kaleng, misalnya, memanfaatkan proses pemanasan tinggi dan pengemasan kedap udara untuk menjamin

keamanan mikrobiologis dan stabilitas produk. Produk-produk ini banyak digunakan sebagai cadangan pangan dan bahan makanan praktis, sehingga memiliki peran strategis dalam sistem pangan modern, khususnya pada situasi darurat dan kebutuhan logistik (Prasetyo & Nugroho, 2020).

Perkembangan terbaru dalam industri pengolahan daging juga ditandai dengan munculnya produk daging analog atau daging alternatif berbasis nabati. Produk ini dirancang untuk meniru tekstur, rasa, dan tampilan daging hewani melalui teknologi ekstrusi dan formulasi protein nabati. Inovasi ini muncul sebagai respons terhadap meningkatnya kesadaran konsumen terhadap isu kesehatan, lingkungan, dan keberlanjutan. Meskipun tidak sepenuhnya menggantikan daging hewani, daging analog memperluas definisi produk olahan daging dalam konteks industri modern (Widyastuti, Herliansyah, & Herianto, 2024).

Teknologi pengolahan daging modern juga sangat bergantung pada sistem otomasi dan mekanisasi untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi produksi. Penggunaan mesin pencacah, mixer industri, filler, serta sistem pemasakan terkontrol memungkinkan produksi dalam skala besar dengan variasi mutu yang minimal. Hal ini menjadi keunggulan utama industri modern dibandingkan pengolahan tradisional, terutama dalam memenuhi permintaan pasar yang tinggi dan berkelanjutan (Kurniawan & Lestari, 2022).

Aspek keamanan pangan menjadi perhatian utama dalam industri pengolahan daging modern, mengingat risiko kontaminasi mikrobiologis yang tinggi pada produk berbasis protein hewani. Oleh karena itu, penerapan prinsip sanitasi,

higiene, dan pengendalian mutu menjadi bagian integral dari setiap tahap produksi. Pengujian laboratorium terhadap parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi dilakukan secara rutin untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan aman dan layak konsumsi (Hidayah & Ramadhan, 2023).

Selain teknologi produksi, industri olahan daging modern juga memanfaatkan sistem rantai pasok terintegrasi untuk menjamin keterlacakan bahan baku dan produk akhir. Pendekatan ini penting dalam menjaga kepercayaan konsumen serta memenuhi tuntutan regulasi dan sertifikasi mutu. Dengan sistem yang terintegrasi, industri dapat mengendalikan kualitas sejak bahan baku diterima hingga produk sampai ke konsumen (Novianti et al., 2023).

Transformasi industri pengolahan daging modern turut memengaruhi strategi pemasaran dan pengemasan produk. Kemasan tidak lagi hanya berfungsi sebagai pelindung, tetapi juga sebagai media informasi dan daya tarik visual. Inovasi kemasan yang higienis, praktis, dan ramah lingkungan menjadi faktor penting dalam meningkatkan daya saing produk olahan daging di pasar nasional maupun internasional (Wicaksono & Hartono, 2024).

Secara keseluruhan, produk olahan daging modern mencerminkan integrasi antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan kebutuhan konsumen dalam sistem industri pangan kontemporer. Keberhasilan pengembangan produk ini sangat bergantung pada kemampuan industri dalam menjaga keseimbangan antara efisiensi produksi, mutu produk, keamanan pangan, dan keberlanjutan

5.3 Teknologi pengolahan sosis, nugget, dan daging asap

Perkembangan teknologi pengolahan daging dalam industri modern merupakan refleksi dari integrasi ilmu pangan, teknik proses, dan kebutuhan konsumen yang terus berubah. Produk seperti sosis, nugget, dan daging asap menjadi representasi utama penerapan teknologi pengolahan daging yang mengutamakan efisiensi produksi, konsistensi mutu, serta jaminan keamanan pangan. Berbeda dengan pendekatan tradisional yang sangat bergantung pada keterampilan individu dan kondisi lingkungan, pengolahan modern didasarkan pada prinsip ilmiah yang terstandarisasi, mulai dari pemilihan bahan baku hingga pengendalian proses termal dan nontermal secara presisi (Rahman & Iskandar, 2022).



Figure 1. Lini produksi sosis industri yang menunjukkan proses, penggilingan, pencampuran, dan pengisian adonan setaus terkontrol.



Figure 2. Sistem otomatis pembetmuban dan pelapisan nugget daging dalam industri pengolahan pangan.



Figure 3. Oven pengasap mbern dengan sistem kendali suhu- dan kelembapan untuk produksi daging asap.



Figure 4. Produk akhir sosis, nugget, dan daging asap dalam kemasan industri siap distribusi.

(Sumber : Toldrá, 2020)

Teknologi pengolahan sosis secara industri menitikberatkan pada proses emulsifikasi protein daging yang bertujuan membentuk struktur matriks stabil antara air, lemak, dan protein. Proses ini melibatkan penggilingan daging pada suhu rendah, pencampuran terkontrol dengan bahan tambahan fungsional, serta pengisian ke dalam selongsong menggunakan peralatan mekanis berpresisi tinggi. Secara konseptual, keberhasilan proses ini bergantung pada interaksi protein miofibril dengan lemak dan air, sehingga sosis yang dihasilkan memiliki tekstur elastis, stabil, dan seragam antarbatch produksi (Utami & Hunaefi, 2021).

Dalam perspektif teknologi pangan, proses pengisian dan pembentukan sosis bukan sekadar tahap mekanis, melainkan bagian penting dari sistem pengendalian mutu. Penggunaan mesin pengisi otomatis memungkinkan pengaturan ukuran, kepadatan, dan distribusi adonan secara konsisten, yang pada akhirnya memengaruhi karakteristik fisik dan sensoris produk akhir. Pendekatan ini menunjukkan bahwa teknologi pengolahan sosis modern tidak hanya berfokus pada volume produksi, tetapi juga pada reproduktibilitas mutu sebagai prinsip dasar industri pangan (Prasetyo & Nugroho, 2021).

Pengolahan nugget daging mencerminkan penerapan teknologi restrukturisasi daging yang lebih kompleks, di mana daging giling dikombinasikan dengan bahan pengikat dan bahan pengisi untuk membentuk produk dengan tekstur tertentu. Secara konseptual, nugget merupakan hasil rekayasa struktur pangan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan kepraktisan konsumsi tanpa mengabaikan aspek gizi dan

keamanan. Tahapan pembentukan, pelapisan, dan pemasakan dilakukan dalam sistem terintegrasi yang memungkinkan kontrol parameter proses secara berkelanjutan (Tarumanagara & Steven, 2023).

Teknologi pelapisan nugget melalui sistem battering dan breading otomatis berperan penting dalam membentuk karakteristik permukaan produk, terutama tekstur renyah dan penampilan visual yang seragam. Dalam konteks akademik, tahapan ini menunjukkan bagaimana transfer panas dan massa selama pemasakan awal memengaruhi kualitas akhir produk. Dengan demikian, nugget dapat dipahami sebagai produk hasil interaksi antara desain proses, sifat bahan, dan tujuan sensoris yang dirancang secara sistematis (Widjaja & Putra, 2024).

Daging asap merupakan produk olahan yang secara konseptual berada pada persimpangan antara teknik tradisional dan teknologi modern. Pengasapan modern tidak lagi bergantung pada pembakaran terbuka, melainkan menggunakan sistem oven pengasap tertutup dengan pengaturan suhu, kelembapan, dan komposisi asap secara terkontrol. Pendekatan ini memungkinkan proses pengasapan berlangsung lebih higienis, konsisten, dan dapat direproduksi, sekaligus mempertahankan karakteristik aroma dan warna khas produk daging asap (Lestari & Hidayat, 2022).

Dari sudut pandang keamanan pangan, teknologi pengasapan modern juga berfungsi sebagai metode pengendalian mikrobiologis melalui kombinasi perlakuan panas dan senyawa antimikroba dalam asap. Konsep ini menegaskan bahwa pengasapan bukan hanya teknik

pembentukan cita rasa, tetapi juga bagian dari sistem pengawetan pangan berbasis ilmu mikrobiologi dan kimia pangan. Penggunaan asap cair dalam beberapa aplikasi industri semakin memperkuat pendekatan ilmiah terhadap pengendalian mutu dan keamanan produk daging asap (Susanti & Ramadhan, 2023).

Integrasi teknologi mekanisasi, otomasi, dan sistem kendali digital dalam pengolahan sosis, nugget, dan daging asap mencerminkan transformasi industri pengolahan daging menuju sistem produksi berbasis presisi. Pendekatan ini memungkinkan industri untuk meminimalkan variabilitas produk, meningkatkan efisiensi energi, serta memenuhi standar regulasi yang semakin ketat. Dalam konteks akademik, fenomena ini menunjukkan pergeseran paradigma dari pengolahan berbasis pengalaman menuju pengolahan berbasis sains dan data (Kurnia & Febriyanti, 2025).

Selain aspek teknis, pengembangan teknologi pengolahan daging modern juga berkaitan erat dengan isu keberlanjutan dan kesehatan masyarakat. Inovasi dalam formulasi produk, seperti pengurangan lemak atau penggunaan bahan fungsional, merupakan respons terhadap tuntutan konsumen yang semakin sadar akan kesehatan. Dengan demikian, teknologi pengolahan daging tidak hanya dipahami sebagai alat produksi, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam sistem pangan berkelanjutan (Rahman & Hidayat, 2024).

5.4 Inovasi produk olahan daging berbasis preferensi konsumen

Inovasi produk olahan daging berbasis preferensi konsumen merupakan pendekatan konseptual yang menempatkan konsumen sebagai pusat pengambilan keputusan dalam pengembangan produk pangan. Dalam konteks industri pengolahan daging modern, inovasi tidak lagi dipahami sebatas penciptaan produk baru, melainkan sebagai proses sistematis yang mengintegrasikan pemahaman perilaku konsumen, kemajuan teknologi pengolahan, serta tuntutan keberlanjutan dan keamanan pangan. Preferensi konsumen menjadi variabel kunci yang menentukan arah inovasi, karena perubahan pola konsumsi secara langsung memengaruhi desain produk, formulasi, dan strategi produksi yang diterapkan oleh industri (Grunert, 2023).



(Sumber : Aschemann-Witzel & Peschel, 2019)

Perubahan preferensi konsumen terhadap produk olahan daging erat kaitannya dengan transformasi gaya hidup dan meningkatnya kesadaran akan kesehatan. Konsumen masa kini cenderung lebih selektif dalam memilih produk yang tidak hanya memenuhi kebutuhan sensoris, tetapi juga memberikan manfaat fungsional bagi kesehatan. Hal ini mendorong inovasi dalam reformulasi produk, seperti pengurangan kandungan lemak dan garam, peningkatan kualitas protein, serta penambahan komponen bioaktif yang berkontribusi terhadap nilai gizi produk. Dalam perspektif akademik, fenomena ini menunjukkan bahwa inovasi produk olahan daging berkembang sebagai respons adaptif terhadap tuntutan kesehatan masyarakat modern (Anderson & Lee, 2024).

Selain aspek kesehatan, preferensi konsumen juga semakin dipengaruhi oleh nilai etika dan keberlanjutan lingkungan. Kesadaran terhadap dampak produksi daging terhadap lingkungan telah mendorong munculnya inovasi produk olahan daging yang lebih ramah lingkungan, termasuk pengembangan produk berbasis daging rendah emisi atau produk hibrida yang mengombinasikan protein hewani dan nabati. Pendekatan ini mencerminkan pergeseran paradigma konsumsi, di mana keputusan pembelian tidak lagi semata-mata didasarkan pada rasa dan harga, tetapi juga pada nilai moral dan tanggung jawab ekologis yang melekat pada produk pangan (Tanaka & Rivera, 2025).

Inovasi berbasis preferensi konsumen juga tercermin dalam diversifikasi rasa dan karakteristik sensoris produk olahan daging. Konsumen modern menunjukkan minat yang

tinggi terhadap produk dengan cita rasa unik, baik yang mengangkat identitas kuliner lokal maupun yang mengadopsi gaya internasional. Pengembangan varian rasa ini bukan sekadar strategi diferensiasi pasar, tetapi juga bentuk adaptasi industri terhadap heterogenitas selera konsumen. Secara konseptual, inovasi sensoris menjadi sarana untuk membangun keterikatan emosional konsumen terhadap produk olahan daging (Martinez & Zhang, 2023).

Kemasan produk turut berperan penting dalam inovasi berbasis preferensi konsumen, karena kemasan merupakan media komunikasi utama antara produsen dan konsumen. Dalam konteks akademik, kemasan dipahami sebagai elemen strategis yang memengaruhi persepsi kualitas, keamanan, dan nilai produk. Informasi gizi, klaim kesehatan, serta desain visual yang menarik dapat meningkatkan kepercayaan dan minat beli konsumen. Oleh karena itu, inovasi produk olahan daging tidak dapat dilepaskan dari inovasi kemasan yang mampu merepresentasikan karakter dan keunggulan produk secara efektif (Navarro & Silva, 2024).

Perkembangan teknologi pengolahan daging menjadi faktor pendukung utama dalam mewujudkan inovasi berbasis preferensi konsumen. Teknologi pemrosesan modern memungkinkan produsen untuk mempertahankan kualitas nutrisi dan sensoris produk sekaligus memenuhi tuntutan konsumen terhadap produk yang lebih sehat dan aman. Penggunaan teknologi suhu rendah, pengolahan minimal, dan sistem pengendalian mutu yang presisi menunjukkan bahwa inovasi produk olahan daging merupakan hasil sinergi antara

kebutuhan pasar dan kemajuan ilmu pengetahuan (Rahman & Prasetyo, 2022).

Pendekatan berbasis data juga semakin menonjol dalam inovasi produk olahan daging. Analisis preferensi konsumen melalui riset pasar memungkinkan industri untuk mengidentifikasi tren konsumsi dan merancang produk yang sesuai dengan segmen pasar tertentu. Dalam kerangka akademik, pendekatan ini memperlihatkan bagaimana inovasi produk menjadi proses berbasis bukti empiris, bukan sekadar intuisi produsen. Pemanfaatan data preferensi konsumen membantu meningkatkan akurasi pengembangan produk dan mengurangi risiko kegagalan inovasi di pasar (Singh & Kumar, 2023).

Kolaborasi antara industri, peneliti, dan konsumen menjadi elemen penting dalam proses inovasi produk olahan daging yang berorientasi pada preferensi konsumen. Kolaborasi ini memungkinkan pertukaran pengetahuan dan pengalaman yang memperkaya proses pengembangan produk. Dari sudut pandang konseptual, inovasi dipahami sebagai proses interaktif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam sistem pangan, sehingga produk yang dihasilkan lebih relevan dan adaptif terhadap dinamika kebutuhan konsumen (Hernandez & Bauer, 2024).

Meskipun menawarkan peluang besar, inovasi produk olahan daging berbasis preferensi konsumen juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan biaya produksi, kompleksitas formulasi, serta kebutuhan untuk menjaga keseimbangan antara cita rasa, nilai gizi, dan daya simpan. Tantangan ini menuntut pendekatan multidisipliner

yang menggabungkan ilmu pangan, teknologi industri, dan ilmu perilaku konsumen. Dalam konteks pendidikan tinggi, pemahaman terhadap tantangan ini penting untuk membekali mahasiswa dengan perspektif kritis dalam pengembangan produk pangan (Lee & Park, 2023).

5.5 Aspek keamanan, mutu, dan pemasaran produk olahan daging

Aspek keamanan, mutu, dan pemasaran merupakan tiga pilar utama yang saling berkaitan dalam pengembangan produk olahan daging tradisional dan modern di dalam industri pengolahan daging. Keamanan pangan menjadi fondasi yang tidak dapat ditawar karena produk olahan daging tergolong bahan pangan berisiko tinggi akibat kandungan protein dan air yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme patogen. Oleh karena itu, pengendalian bahaya biologis, kimia, dan fisik sejak tahap bahan baku hingga distribusi akhir menjadi prasyarat utama dalam menjaga kepercayaan konsumen dan keberlanjutan industri (Lawrie & Ledward, 2020).

Dalam konteks industri modern, konsep keamanan pangan tidak lagi dipahami sebagai upaya reaktif terhadap cemaran, melainkan sebagai pendekatan preventif berbasis sistem. Penerapan prinsip analisis bahaya dan pengendalian titik kritis telah berkembang menjadi kerangka berpikir manajerial yang menekankan identifikasi risiko secara ilmiah dan pengendalian proses secara konsisten. Pendekatan ini menempatkan keamanan sebagai bagian integral dari desain

proses produksi, bukan sekadar tahap akhir pengujian produk (Forsythe, 2019).



(Sumber : Zhou, Xu, & Liu, 2019)

Aspek mutu produk olahan daging memiliki dimensi yang lebih luas dibandingkan sekadar keamanan. Mutu mencakup karakteristik sensoris seperti warna, tekstur, cita rasa, dan aroma, serta karakteristik fungsional seperti daya simpan dan stabilitas produk selama penyimpanan. Dalam produk tradisional maupun modern, mutu berperan sebagai faktor pembeda yang menentukan penerimaan konsumen, terutama di tengah persaingan pasar yang semakin ketat dan beragam (Toldrá, 2021).

Persepsi mutu pada produk olahan daging juga sangat dipengaruhi oleh konsistensi kualitas antar batch produksi. Ketidakkonsistenan mutu sering kali diasosiasikan dengan

rendahnya pengendalian proses, yang pada akhirnya dapat menurunkan citra merek. Oleh karena itu, sistem manajemen mutu berbasis standar internasional dipandang sebagai instrumen strategis untuk memastikan bahwa karakteristik produk tetap stabil dan sesuai dengan ekspektasi pasar (Luning & Marcelis, 2020).

Hubungan antara keamanan dan mutu bersifat saling menguatkan. Produk yang aman tetapi tidak memiliki mutu sensoris yang baik cenderung kurang diminati konsumen, sementara produk dengan mutu sensoris tinggi tetapi mengabaikan aspek keamanan akan berpotensi menimbulkan risiko kesehatan. Sinergi antara kedua aspek ini menuntut pendekatan holistik yang mengintegrasikan ilmu pangan, teknologi pengolahan, dan manajemen industri secara simultan (Zhou, Xu, & Liu, 2019).

Aspek pemasaran produk olahan daging mengalami transformasi signifikan seiring perubahan perilaku konsumen dan perkembangan teknologi informasi. Konsumen modern tidak hanya menilai produk berdasarkan harga dan rasa, tetapi juga mempertimbangkan aspek keamanan, mutu, serta nilai tambah seperti kepraktisan dan citra kesehatan. Informasi mengenai proses produksi dan jaminan mutu menjadi bagian dari strategi komunikasi pemasaran yang semakin penting (Grunert, 2022).

Dalam pemasaran produk olahan daging tradisional, tantangan utama terletak pada bagaimana mengemas nilai budaya dan kearifan lokal tanpa mengorbankan persepsi keamanan dan mutu. Sementara itu, produk modern lebih menekankan inovasi, efisiensi, dan diferensiasi pasar. Kedua

pendekatan ini menuntut strategi pemasaran yang berbeda, namun tetap berakar pada pemahaman mendalam terhadap preferensi dan kepercayaan konsumen (Verbeke, 2020).

Keamanan dan mutu juga berfungsi sebagai instrumen pemasaran implisit. Sertifikasi, label mutu, dan klaim keamanan yang kredibel dapat meningkatkan nilai persepsi produk di mata konsumen. Namun, efektivitas strategi ini sangat bergantung pada tingkat literasi pangan konsumen serta konsistensi industri dalam menjaga integritas klaim yang disampaikan (Aschemann-Witzel & Peschel, 2019).

Integrasi aspek keamanan, mutu, dan pemasaran pada akhirnya mencerminkan kematangan industri pengolahan daging dalam merespons tuntutan pasar dan regulasi. Industri yang mampu menyelaraskan ketiga aspek ini secara seimbang cenderung lebih adaptif terhadap perubahan tren konsumsi dan lebih resilien dalam menghadapi tantangan globalisasi pangan (Kerry, 2021).

Dengan demikian, pembahasan mengenai aspek keamanan, mutu, dan pemasaran produk olahan daging tidak dapat dipisahkan dari kerangka besar pembangunan industri pengolahan daging yang berkelanjutan. Ketiganya membentuk satu kesatuan konseptual yang mendukung penciptaan produk olahan daging tradisional dan modern yang aman, bermutu, serta memiliki daya saing tinggi di pasar nasional maupun internasional (Toldrá & Reig, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayah, N., & Ramadhan, R. (2023). Food safety management in modern meat processing industry. *Journal of Food Safety and Hygiene*, 8(2), 120–134.
- Kurnia, A., & Febriyanti, R. (2025). Inovasi proses dan otomasi dalam industri pengolahan daging. *Jurnal Teknologi Pangan Indonesia*, 14(1), 1–15.
- Kurniawan, A., & Lestari, E. (2022). Industrial transformation of meat processing systems. *Journal of Agroindustry Development*, 10(1), 55–68.
- Lestari, E. S., & Hidayat, R. (2022). Teknologi pengasapan modern dan implikasinya terhadap mutu daging asap. *Jurnal Agroindustri Pangan*, 9(2), 85–98.
- Nurjati, S. K., Purnawan, M. A., & Stevviani, R. (2021). High-pressure processing and quality improvement in modern meat products. *Journal of Food Processing Technology*, 12(3), 145–158.
- Prasetyo, A., & Nugroho, T. (2020). Thermal processing and shelf life of canned meat products. *Indonesian Journal of Food Science*, 9(2), 87–99.
- Prasetyo, A., & Nugroho, T. (2021). Pendekatan rekayasa proses pada produksi sosis industri. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(1), 44–56.
- Purnomo, H., Rosyidi, D., & Widati, A. S. (2019). Karakteristik produk olahan daging tradisional Indonesia dan peluang pengembangannya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 14(2), 85–96.
- Putri, D. R., & Winarno, F. G. (2020). *Traditional meat*

- processing and preservation techniques in Indonesia*. Journal of Food Processing Studies, 8(2), 115–127.
- Rahman, M. A., & Hidayat, I. (2024). Formulasi dan teknologi pengolahan produk nugget daging. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 19(1), 23–37.
- Rahman, M. A., & Iskandar, D. (2022). Prinsip emulsifikasi protein dalam teknologi sosis modern. *Journal of Food Engineering*, 56(3), 201–214.
- Rahmatia, R., Rosidin, O., & Hilaliyah, T. (2021). *Kuliner tradisional berbahan daging sebagai identitas budaya lokal*. Jurnal Wahana Pendidikan, 7(3), 201–214.
- Sari, M., & Hidayat, R. (2022). *Thermal processing and quality characteristics of rendang*. Indonesian Journal of Food Technology, 11(1), 45–58.
- Soeparno. (2020). *Ilmu dan teknologi daging* (edisi revisi). Gadjah Mada University Press.
- Susanti, D., & Ramadhan, F. (2023). Aplikasi asap cair pada pengolahan daging asap industri. *Jurnal Kuliner dan Teknologi Pangan*, 11(2), 99–112.
- Suwarto, S., Sari, R., & Rusnawati, R. (2023). *Bakso as a traditional restructured meat product in Indonesia*. Jurnal Reswara, 4(2), 89–101.
- Tarumanagara, K., & Steven. (2023). Analisis proses restrukturisasi daging pada produksi nugget. *International Journal of Applied Food Science*, 5(2), 101–112.
- Tarumanagara, K., & Steven. (2023). Meat mixing process analysis in chicken nugget production. *International Journal of Application on Sciences, Technology and*

Engineering, 5(2), 101–112.

- Utami, M. S. P., Hunaefi, D., & Adawiyah, D. R. (2021). *Consumer perception of modern processed meat products in Indonesia*. *Journal of Food Quality and Preference*, 6(1), 33–47.
- Wicaksono, B., & Hartono, M. (2024). *Sustainable development of meat processing industry in Indonesia*. *Indonesian Journal of Agroindustrial Systems*, 12(1), 1–14.
- Widjaja, R., & Putra, A. D. (2024). Pengaruh teknologi pelapisan terhadap kualitas nugget daging. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*, 12(1), 45–58.
- Widyastuti, W., Herliansyah, M. K., & Herianto. (2024). Production process and characteristics of plant-based meat analogs. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 23(1), 15–28.

BAB 6

BAHAN TAMBAHAN DALAM PENGOLAHAN DAGING

6.1 Pendahuluan

Pengolahan daging bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan masa simpan dari produk daging. Proses pengolahan menggunakan bahan tambahan pangan (BTP) berperan untuk memperbaiki cita rasa, warna, tekstur, keamanan, dan daya simpan. Bahan tambahan pangan memiliki peranan yang sangat penting dalam industri pengolahan daging untuk menghasilkan produk olahan yang satabil, aman, dan memenuhi standar regulasi SNI.

Bahan tambahan pangan di tambahkan pada pengolahan daging untuk berbagai fungsi seperti memperbaiki tekstur, mempertahankan warna, mencegah terjadinya oksidasi, menstabilkan emulsi, meningkatkan cita rasa, serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Penggunaan dari bahan tambahan pangan harus sesuai ketentuan yang terukur, sesuai batas aman yang ditetapkan oleh badan pemerintah BPOM dan badan Internasional seperti Codex Alimentarium.

6.2 Katagori Bahan Tambahan Pangan (BTP)

Bahan tambahan merupakan bahan yang bukan bagian dari bahan baku. Bahan tambahan pangan ditambahkan dapat mempengaruhi sifat atau bentuk dan rupa pangan. Bahan tambahan pangan (BTP) adalah campuran bahan yang secara alami bukan merupakan bagian dari bahan baku pangan, tetapi ditambahkan kedalam pangan untuk mempengaruhi beberapa aspek dalam produksi, pengemasan, dan penyimpanan. Bahan tambahan pangan atau bahan adiktif makanan juga diartikan sebagai bahan yang ditambahkan dan dicampurkan sewaktu pengolahan makanan untuk meningkatkan mutu. Bahan tambahan pangan (BTP) dalam pengolahan daging dikelompokkan menjadi:

1. Pengawet

Pengawet merupakan bahan tambahan pangan yang dapat mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman, pembusukan pada bahan pangan yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroba. Jenis bahan pengawet

2. Antioksidan

Antioksidan merupakan bahan tambahan pangan yang dapat mencegah atau menghambat proses oksidasi lemak sehingga mencegah ketengikan.

3. Penstabil

Penstabil merupakan bahan tambahan pangan berfungsi membentuk dan mempertahankan sistem emulsi atau gel dengan memanfaatkan kemampuan mengikat air, viskositas. Pembentukan gel, dan interaksi dengan protein myofibril.

4. Pengemulsi

Pengemulsi bahan tambahan pangan yang membantu terbentuk dan memantapkan *system disperse* yang homogen pada pangan.

5. Pewarna

Pewarna merupakan bahan tambahan pangan yang dapat memperbaiki tampilan atau memberi warna pada pangan.

6. Peningkatan Rasa dan Aroma

Rasa dan aroma merupakan bahan tambahan yang berfungsi untuk meningkatkan rasa (*flavor*) dan aroma pada pangan.

7. Pelarut dan pembawa

Pelarut (*solvent*) dan Pembawa (*carrier*) berfungsi sebagai bahan tambahan yang menjadi media untuk melarutkan, membawa, dan mendistribusikan bahan aktif ke dalam matriks daging secara merata.

6.3 Bahan Tambahan pada pengolahan Daging

Jenis bahan tambahan pangan pada pengolahan daging seperti:

1. Jenis pengawet dalam pengolahan daging

Bahan pengawet sebagai bahan tambahan yang ditambahkan dalam pengolahan daging untuk memperpanjang masa simpan. Berikut bahan tambahan pengawet yang umum di gunakan untuk pengolahan daging yaitu:

a. Sodium nitrit atau Sodium nitrat (Nitrit/Nitrat)

Nitrit/Nitrit berfungsi sebagai bahan curing yang membantu mempertahankan warna kemerahan khas

daging (dengan reaksi nitrosomyoglobin). Nitrit/Nitrat ini memiliki fungsi menghambat pertumbuhan mikroba seperti bakteri dan spora bakteri untuk tumbuh terutama *Clostridium botulinum* sehingga memperpanjang masa simpan daging dan produk olahan daging. Penggunaan nitrit/nitrat ini harus dibatasi karena dapat bereaksi membentuk senyawa nitrosamine yang bersifat karsinogenik. Batas penggunaan nitrit/nitrat yang ditentukan dalam daging olahan sekitar 30mg/kg.

b. Asam organik dan garam-asam (*organic acid*)

Asam organik berfungsi menurunkan aktifitas air dan pH yang menghambat pertumbuhan mikroba (bakteri, kapang, ragi). Asam organik aman untuk digunakan dalam pengolahan daging, tapi efektivitas tergantung pH dan kondisi penyimpanan.

c. Fosfat (*Phosphates*)

Fosfat digunakan pada industri daging atau pengolahan daging sebagai quality improver yang berfungsi menjaga tekstur, meningkatkan daya ikat air (*water-holding capacity*), memperlambat oksidasi lemak, dan membantu stabilitas warna dan rasa.

d. Sodium erythorbat/ Asam askorbat

Sodium erythorbat atau asam askorbat dalam produk daging berfungsi membantu warna dan mengurangi residu nitrit sehingga membantu mengurangi resiko pembentukan nitrosamine. Senyawa ini digunakan sebagai dari formulasi curing. Efektivitas dan kemanan

tergantung dosis dan kondisi pengolahan tetap ada Batasan penggunaan dan regulasi adiktif pangan.

e. Garam (NaCl)

Garam merupakan bahan tambahan pangan yang dapat menurunkan aktivitas air sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Kombinasi garam dengan metode fisik seperti, pengeringan, pengasapan, pendinginan /pembekuan membantu memperlambat pertumbuhan mikroba dan oksidasi.

2. Antioksidan dalam pengolahan daging

Antioksidan dalam pengolahan daging untuk menghambat terjadinya oksidasi yang membuat produk menjadi bau tengik dan rusak. Bahan antioksidan untuk olahan daging ada 3 kategori yaitu antioksidan sintetik, antioksidan alami, dan pembantu antioksidan (*Chelating Agent*).

a. Antioksidan sintetik

Antioksidan sintetik sering digunakan dalam industri olahan karena memiliki sifat yang stabil dan mencegah ketengikan (oksidasi lipid). Jenis antioksidan sintetik seperti BHT, BHA, dan TBHQ.

1) BHT (*Butylated Hydroxytoluene*) berfungsi menghambat oksidasi lemak, menjaga flavour dan warna. Penggunaan dalam produk olahan daging seperti sosis, nugget, dan daging olahan beku.

2) BHA (*Butylated Hydroxyanisole*) berfungsi proteksi terhadap oksidasi termal saat pemanasan. Penggunaan dalam produk olahan

daging seperti kornet, daging kaleng, dan meat spread.

- 3) TBHQ (*Tertiary-Butylhydroquinone*) berfungsi menghambat oksidasi yang sangat efektif untuk lemak tak jenuh. Penggunaan pada olahan daging seperti daging goreng (*ready to eat*) dan bubuk instan untuk olahan daging.

b. Antioksidan Alami

Antioksidan alami sangat sering digunakan dalam menghambat oksidasi lemak yang bersumber dari alam. Jenis antioksidasi alami sebagai berikut:

- 1) Tokoferol (Vitamin E) yang berumbar dari minyak nabati atau ekstrak dari tumbuhan. Vitamin E berfungsi untuk menstabilkan lemak dan mencegah bau tengik pada produk olahan daging. Produk olahan daging seperti sosis premium, daging asap, dan patties.
- 2) Asam Askorbat berfungsi mencegah oksidasi myoglobin sehingga dapat memperthankan warna merah daging dan memiliki fungsi memperkuat nitrit dalam curing. Produk olahan daging seperti Ham, bacon, dan kornet.
- 3) Ekstrak Rosemary memiliki kandungan asam karnosat dan karnosol. Ekstrak rosmari memiliki fungsi sebagai antioksidan alami paling kuat dalam meat processing. Produk olahan daging seperti Sosis, patty, dan burger beku.

- 4) Ekstrak Teh Hijau memiliki kandungan kateking yang berfungsi menghambat oksidasi lipid dan memperpanjang masa simpan,
- 5) Ekstrak biji anggur memiliki kandungan proantosianidin yang berfungsi sebagai antioksidan kuat yang meningkatkan kestabilan warna dan lemak
- 6) Bawang putih dan bawang merah memiliki senyawa sulfur seperti allicin berperan sebagai scavenger radikal bebas.

c. Pembantu Antioksidan (*Chelating Agent*)

Membantu antioksidan lain dengan mengikat logam prooksidatif dalam pengolahan daging. Jenis pemantu antioksidan seperti:

- 1) EDTA (Ethylenediaminetetra acetic Acid) memiliki fungsi mengikat Fe dan Cu yang mempercepat oksidasi.
- 2) Asam sitrat berfungsi memperkuat kerja tokoferol dan BHT.

3. Penstabil dalam pengolahan daging

Penstabil dalam pengolahan daging seperti sosis, bakso, nugget, ham, dan berbagai produk olahan daging memerlukan kestabilan emulsi, tekstur dan daya ikat agar meningkatkan kualitas mutu dan konsistensi produk olahan. Proses penggilingan, pencampuran, emulsifikasi, pemasakan, dan penyimpanan menyebabkan matriks protein, lemak, dan air sangat rentan mengalami kerusakan seperti pemisahan lemak (fat separation),

kehilangan air selama pemanasan (cooking loss) serta penurunan kekenyalan. Pernambahan bahan tambahan sebagai penstabil itu penting dalam pengolahan daging. Adapun jenis bahan penstabil sebagai berikut:

a. Fosfat sebagai penstabil

Fosfat dapat meningkatkan kestabilan produk daging dengan meningkatkan pH sehingga protein berada lebih jauh dari titik isoelektrik, melalui mekanisme protein myofibril terutama myosin dan actin yang berfungsi sebagai pengemulsi alami. Fosfat juga memiliki fungsi meningkatkan daya ikat air sehingga mengurangi cooking loss dan mencegah oksidasi lemak dan protein. Batasan penggunaan penstabil menurut BPOM dan Codex Alimentarium 0,5%. Jenis fosfat meliputi *Sodium tripolyphosphate* (STPP), *Sodium pyrophosphate*, *Sodium hexametaphosphate* (SHMP), dan *Tetrasodium pyrophosphate*.

b. Hidrokoloid sebagai penstabil

Hidrokoloid berfungsi untuk meningkatkan retensi kelembapan, memperbaiki tekstur, sineresia (pemisahan air) dan meningkatkan kualitas produk. Hidrokoloid dalam pengolahan daging seperti keragen, pati termodifikasi, Gum, dan gelatin

- 1) Keragen yang terbuat dari ekstrak rumput laut merah. Keragen mampu mengikat air dan protein. Jenis kappa dan iota membentuk gel yang mampu memperkuat struktur daging olahan menjadi tekstur yang lembut. Fungsi dari keragen yaitu menahan air dan lemak, mengikat

yield, dan memperbaiki mouthfeel dan kekenyalan. Penggunaan keragenan sekitar 0,2 – 0,6%.

- 2) Pati termodifikasi yang sering digunakan dalam pengolahan daging seperti tapioca dan tepung jagung. Pati termodifikasi mengalami pelakuan fisik dan kimiawi untuk meningkatkan kestabilan panas, kemampuan mengikat air dan viskositas. Pati berperan penting dalam produk olahan daging sebagai stabilitas gel, pengurangan lemak, peningkatan juiciness dan penahanan air selama pemanasan.
- 3) Gum berperan dalam meningkatkan viskositas dan mengurangi sineresis pada produk daging. Jenis-jenis gum yaitu Guar gum berfungsi untuk menambah viskositas adonan daging dan stabilitas air selama pemanasan, xanthan gum berfungsi stabilisasi emulsi pada sosis rendah lemak dan tahan terhadap panas dan pH ekstrem, locust bean gum dikombinasikan dengan keragenan untuk menghasilkan tekstur gel yang menjadikan adonan menjadi kompak, dan konjac flour (glucomannan) biasanya pada olahan bakso dan sosis yang berfungsi membentuk gel kenyal dan stabil.
- 4) Gelatin memiliki fungsi sebagai pengikat dan penstabil dalam produk olahan karena sifatnya gel sehingga dapat membantu dalam mensabilkan dan memperbaiki tekstur produk olahan daging.

4. Pengemulsi pada pengolahan daging

Bahan pengemulsi merupakan bahan tambahan yang mampu memfasilitasi terbentuknya emulsi fase air dan lemak. Pengemulsi memiliki struktur amfifilik yang menginteraksikan antara dua fase yang berbeda. Ketika ditambahkan dalam pengolahan daging bahan pengemulsi membentuk lapisan pelindung disekitar globula lemak sehingga terjadi pemisahan fase selama proses pemanasan. Jenis bahan pengemulsi seperti Fosfat (STPP dan SHMP), protein fungsional (SPI, WPC, plasma), Lesitin, dan Moni-diglisirisa.

5. Pewarna dalam pengolahan daging

Pewarna dalam pengolahan daging berfungsi untuk memperbaiki warna daging dan membuat produk olahan menjadi lebih stabil, cerah, dan konsisten. Bahan pewarna daging dibagi menjadi dua ada pewarna alami dan pewarna sintetis.

- a. Pewarna Alami yang ditambahkan dalam pengolahan daging untuk memperbaiki tampilan warna tanpa memberi kesan sintetis. Pewarna alami biasanya diperoleh dari alam seperti tumbuhan, mikroorganisme, dan hewan. Pewarna alami mudah diterima dalam industri daging karena lebih aman dan ramah lingkungan. Jenis-jenis pewarna alami yaitu:

- 1) Karmin /Cochineal (E120) merupakan pewarna alami yang bersumber dari serangga *Dactylopius coccus* dan menghasilkan warna merah cerah

yang stabil terhadap panas dan pH. Senyawa pewarna merah dari asam karnat. Penggunaan pewarna merah ini dalam industri pengolahan daging pada produk sosis, ham, dan daging olahan lainnya.

- 2) Annatto (*Bixa Orellana*) pewarna alami yang mengandung pigmen bixin dan norbixin yang menghasilkan warna kuning dan oranye. Annatto pewarna yang stabil terhadap proses pemanasan. Annatto dalam industri pengolahan daging ditambahkan dalam produk seperti sosis ayam, nugget, dan produk daging berbumbu.
- 3) Paprika Oleoresin pewarna yang dihasilkan dari ekstraksi *Capsicum annum* yang mengandung kapsantin dan kapsorubin. Paprika oleoresin ini berwarna merah oranye dan memiliki sedikit aroma khas yang memperkaya cita rasa. Produk olahan dengan penambahan paprika oleoresin seperti sosis dan smoked sausage.
- 4) Kurkumin (Kunyit) pewarna yang memberi warna kuning yang kuat. Kunyit biasanya ditambahkan pada olahan daging secara tradisional seperti dendeng dan olahan daging marinasi bumbu kuning. Kurkumin selain sebagai pewarna memiliki sifat sebagai antioksidan.
- 5) Beras Merah merupakan pewarna alami merah yang biasa digunakan dalam pengolahan daging seperti kornet, luncheon (daging blok), Sosis, dan dendeng. Beras merah pewarna merah dari pigmen

alami kapang *Monascus purpureus* yang aman dalam Batasan tertentu.

- b. Pewarna Sintetis merupakan bahan tambahan yang memberi warna dari senyawa organik hasil sintesis kimia yang memiliki kelebihan warna yang lebih cerah, stabil, dan konsiten. Penggunaan pewarna sintetis untuk pangan yang foodgreat hanya penggunaan di batasa. Jenis dari pewarna sintetis seperti:

- 1) Tartrazine (E102) pewarna yang menghasilkan warna kuning yang cerah digunakan dalam gaging berbumbu atau produk emulsi. Pewarna tartrazine memiliki kestabilan terhadap panas dan oksidasi tapi penggunaanya memiliki Batasan maksimum.
- 2) Ponceau 4R (E123) pewarna yang menghasilkan warna merah terang dan digunakan pada produk sosis merah dan produk cured meat, tergolong azo dye dan penggunaan di beberapa negara dibatasi ketat.
- 3) Carmoisine (E122) menghasilkan warna yang merah keunguan biasanya pada produk bakso, sosis, dan emulsi daging. Pewarna carmoisine memiliki kestabilan terhadap panas tetapi penggunaan juga di batasi.
- 4) Allura Red (E123) menghasilkan warna merah yang kestabilannya lebih tinggi. Penggunaan biasanya di produk sosis, ham, dan daging olahan lainnya.

- c. Pewarna yang terbentuk secara alami dalam proses pengolahan. Bahan tambahan yang di berikan pada daging terbentuk warna secara alami karena reaksi kimia selama pengolahan. Jenis bahan tambahan yang membantu warna alami pada daging sebagai berikut:
 - 1) Nitrit bukan merupakan pewarna akan tetapi sebagai curing agen yang bereaksi dengan myoglobin membentuk nitrosilmyoglobin berwarna merah muda. Warna alami ini menjadi karakteristik utama pada produk ham, bacon, corned, beef, dan smoked sausage. Warna daging akan meningkat setelah pemanasan melalui pembentukan nitrosilhemochrom.
 - 2) Rekasi Milard yaitu reaksi pencoklatan pada produk karena proses pemanasan dan pengasapan. Reaksi milard terbentuk antara gula reduksi dan asam amino menghasilkan warna coklat keemasan yang diinginkan. Rekasi ini bukan dikategorikan sebagai warna tambahan tapi merupakan factor penting pembentukan warna alami pada produk daging.
- 6. Rasa dan Aroma pada pengolahan daging

Rasa dan aroma merupakan faktor penentu penerimaan sebuah produk olahan daging. Bahan tambahan pangan rasa dan aroma yang berfungsi meningkatkan intensitas rasa, aroma, dan kesan rasa gurih dan empuk pada olahan daging. Industri pengolahan daging penguat rasa dan aroma menjadi strategi untuk menghasilkan produk yang

memiliki karekteristik meaty, juicy, dan yang disukai oleh konsumen. Bahan tambahan penguat rasa dan aroma meliputi:

a. Penguat Rasa (*Flavour Enhancers*) merupakan bahan tambahan yang meningkatkan intensitas rasa suatu pangan tanpa memberikan rasa baru. Pengolahan daging yang diberi penguat rasa berfungsi untuk memperkuat karateristik gurih (umami) memberikan kesan daging yang lebih pekat dan meningkatkan palatabilitas produk olahan daging. Jenis penguat rasa seperti:

- 1) Monosodium Glutamat (MSG) dari asam glutamate yang berfungsi sebagai penguat rasa gurih Umami. MSG secara fiologi mempengaruhi reseptor umami pada lidah melalui reseptor T1R1/T1R3. Penambahan MSG pada produk olahan daging seperti sosis, bakso, nugget, dan patty dapat meningkatkan rasa gurih serta memperbaiki tekstur persepsi dan menurunkan kebutuhan garam.
- 2) Diantrium Inosinat (IMP) dan Dinatrium Guanilat (GMP) merupakan nukleotida yang bekerja sinergis dengan MSG. Kombinasi MSG-IMP-GMP untuk meningkatkan kekuatan umami hingga 20-30 kali lipat disbanding penggunaan MSG saja. Bahan tamgan IMP dan GMO banyak digunakan pada produk premium, seasoning, dan produk rendah garam yang membutuhkan penguat rasa yang tinggi.

- 3) *Yest Extract* (Ekstrak Ragi) bersumber dari nukleotida alami, peptide, dan asam amino bebas. Yest ekstrak secara sensorik memberikan rasa gurih lebih alami dibandingkan MSG sehingga sering disebut natural flavouring. Bahan tambahan ini berfungsi sebagai flavor potentiator yang memperkaya aroma daging.
 - 4) *Hydrolyzed Vegetable Protein* (HVP) merupakan bahan tambahan yang diperoleh melalui hidrolisis protein nabati seperti jagung dan kedelai. Proses hidrolisis menghasilkan campuran peptide dan asam amino yang memiliki peran memberikan rasa meaty dan roasted. Penggunaan bahan tambahan HVP perlu pengawasan karena proses yang salah atau tidak terkontrol dapat menghasilkan 3-MCPD suatu senyawa yang kontaminan dan penggunaan dibatasi.
- b. Pemberi Aroma merupakan bahan tambahan yang memberikan aroma spesifik pada produk daging, memperkuat aroma daging atau memberikan karakter aroma tertentu. Bahan tambahan yang digunakan untuk mempertahankan aroma selama proses pemanasan atau pengeringan.
- 1) Maltodextrin merupakan bahan tambahan dalam produksi flavour bubuk melalui teknik spray drying. Bahan ini mampu mengikat komponen volatile dan mencegah kehilangan aroma selama penyimpanan.

- 2) Gum Arabic dan pati temodifikasi berfungsi sebagai enkapsulasi untuk meningkatkan stabilitas flavor cair dan melindungi komponen aroma dari degradasi oksidatif.

7. Pelarut dan Pembawa pengolahan daging

Pelarut dan pembawa memiliki peranan penting sebagai media untuk melarutkan, membawa, dan mendistribusikan bahan aktif pada saat pengolahan daging. Pelarut merupakan bahan yang digunakan melarutkan atau mendispersikan bahan tambahan pangan lain sehingga dapat diaplikasikan secara merata dalam produk pangan. Fungsi pelarut dan pembawa dalam daging yaitu mempermudah aplikasi bahan tambahan pangan yang sukar larut, menjamin distribusi bahan aktif secara homogen, meningkatkan stabilitas kimia dan fisik bahan tambahan, mendukung proses formulasi produk olahan daging, dan mengurangi risiko overdosis bahan tambahan aktif. Sangat penting pada olahan daging seperti sosis, nugget, kornet, daging asap, dan produk marinasi.

- a. Jenis Pelarut seperti air, alkohol (etanol), dan Gliserol
- b. Jenis Pembawa seperti Pembawa karbohidrat (melthodestri, dekstrosa, dan pati), Pembawa berbasis mineral (Silikon dioksida dan Kalsium karbonat), Pembawa berbasis lemak (minyak nabati), Pembawa berbasis protein (Protein whey, glatin, dan kasein).

6.5 Regulasi Penggunaan BTP di Indonesia

Regulasi penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) di Indonesia diatur oleh Badan pengawas obat dan makanan (BPOM) dan Kementerian Kesehatan RI sebagai penentu kebijakan dan pengawas BTP. Dasar regulasi utama yaitu Peraturan BPOM No. 11 tahun 2019 tentang bahan tambahan pangan. Peraturan ini merupakan salah satu regulasi yang mengatur penggunaan BTP di Indonesia. BPOM mengatur: Bahana tambahan pangan (BTP) yangizinkan digunakan dalam pangan, Batasan maksimum penggunaan, dan syarat kemana dan mutu. Peraturan Kepala BPOM No. 31 tahun 2018 yang mengatur pencantuman label pengolahan, termasuk aturan pelanelan BTP dikemasan produk pangan dan menentukan bagaimana BTP harus ditulis di label pangan (jenis, kategori, dan nomornya). Standar Internasional (*Codex Alimentarium*) regulasi di Indonesia merujuk pada *Codex General Standard for Food Additives* (GSFA) sebagai acuan global dalam menentukan jenis dan batas penggunaan BTP.

Tabel 6.1. Regulasi penggunaan BTP di Indonesia

Jenis	Contoh	Ketentuan Utama	Regulasi Acuan BPOM	Catatan Penting
Pewarna	Tartrazin, Karmin, Annatto	Hanya Pewarna yang diizinkan; ada batas maksimum	PerBPOM No.11 Tahun 2019	Wajib dicantumkan nama dan Index Warna
Pengawet	Nitrat, Nitrit, Asam sorbat	Dibatasi Ketat (mg/kg produk)	PerBPOM No.11 Tahun 2019	Khusus daging: nitrat/nitrit diawasi ketat
Antioksidan	BHA, BHT, Tokoferol	Digunakan sesuai fungsi dan Batas	PerBPOM No. 11 Tahun 2019	Antioksidan alami lebih disukai
Pemanis	Aspartam, Sukrosa	Tidak boleh pada pangan tertentu	PerBPOM No. 11 Tahun 2019	Label harus mencantumkan jenis

6.6 Aplikasi dalam Produk Olahan Daging

Penerapan bahan tambahan pangan (BTP) pada produk olahan daging bergantung pada karakteristik bahan baku, tipe proses (emulsi, non-emulsi, fermentasi), dan target mutu produk olahan daging. Jenis produk memerlukan kombinasi

BTP yang spesifik untuk mencapai kestabilan fisik, keamanan mikrobiologis, dan penerimaan konsumen.

1. Sosis

Sosis merupakan produk olahan daging berbasis emulsi protein-lemak – air yang menuntut stabilitas sistem selama pencacahan, pengisian, dan pemasakan. Bahan tambahan pangan yang umum digunakan pada produk sosis seperti nitrit/nitrat sebagai pembentuk warna merah sabil dan penghambat *colostidium botulinum*, Fosfat (STPP.TSPP) yang meningkatkan daya ikat air dan kestabilan emulsi, Antioksidan untuk mepercepat pembentukan warna dan menekan oksidasi lipid, Pensatbil untuk memperbaiki tekstu dan mengurangi cooking loss pada sosis. Secara teknologi pengolahan sosis danga ditentukan denga interaksi protein mifibril-fosfat-air sehingga penggunaan bahan tambahan pangan dapat sesuai Batasan regulasi SNI.

2. Bakso

Bakso yang merupakan produk olahan daging gek protein non-emulsi dengan karater yang kenyal dan elastis. Bahan tambahan utama pada bakso seperti fosfat untuk meningkatkan ekstraksi protein dan daya ikat air, Penstabil untuk membentuk struktur gel yang kompak, Penguat rasa (MSG) untuk memperkuat rasa daging, dan Antioksidan untuk mencegah oksidasi lemak. Pembuatan bakso dengan menggunakan bahan tambahan pangan berfokus untuk pembentukan jaringan gel protein yang satbil selama perebusan.

3. Nugget

Nugget merupakan produk rekonstruksi daging yang melalui proses pencampuran, pencetakan, pelapisan (*battering & breading*), dan pembekuan. Bahan tambahan pangan yang diaplikasikan pada nugget seperti pengemulsi dan penstabil untuk menjaga homogenitas adonan, antioksidan untuk mencegah ketengikan selama penyimpanan beku, pengatur keasaman untuk membantu stabilitas mikrobiologis, dan pengikat untuk meningkatkan yield dan tekstur. Produk nugget yang ditambahkan bahan tambahan pangan berperan menjaga mutu selama frozen storage dan pemansan ulang.

DAFTAR PUSTAKA

- BPOM RI. 2019. Peraturan Badan Penagawan Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 11 Tahun 2019 Tentang Bahan Tambahan Pangan. BPOM.
- BPOM RI. 2023. Peraturan Badan pengawasan Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2023 Tentang Kategori pangan. BPOM.
- Cao, C., Yuan, D., Kong, B., Chen, Q., Junjie, H., dan Liu, Q. 2022. Effect of different k-carrageenan incorporation forms on gel properties an in vitro digestibility of frankfurters. *Food Hydrocolloids* Vol 129 (107637).
- Geomaere, O., Seline, G., Marlies, G., Liselot, S, dan Ilse, f. 2021. Phosphate elimination in emulsified meat products: Inpactof protein-based Ingredients on quality characteristics. *Jurnals Foods* Volume 10 (4):884.
- Lawrie, J. W., dan Lewward. 2006. *Lawrie's Meat Science*. Woodhead Publishing.
- Ribeiro, J., Larissa, K. R. S., and Macodes, V. D.S., 2021. Natural Antioxidan Used in Meat Products. In *Book: Plant Antioxidants and Health* pp.1-29.
- Suychinov, A., Kakimov, A., Yessimbekov, Z., Okuskhanova, E, dan Akimova, D. 2024. Exploring natural colorants for enhanced sausage appeal: A review of sourcing, extraction methods and applications, with emphasis on beetroots as an example. *Potravinartstvo Slovak of Journal of Food Science* 18:588-604.

BAB 7

MIKROBIOLOGI DAN KEAMANAN DAGING

7.1 Pendahuluan

Mikrobiologi daging merujuk pada studi tentang mikroorganisme yang terkait dengan daging, termasuk bakteri, virus, jamur, dan parasit yang dapat memengaruhi kualitas, umur simpan, dan keamanan produk daging. Keamanan pangan daging menjadi krusial karena daging merupakan sumber protein utama bagi manusia, tetapi juga rentan terhadap kontaminasi yang dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan (*foodborne diseases*). Pentingnya keamanan ini didasarkan pada pencegahan risiko kesehatan yang timbul dari konsumsi daging yang terkontaminasi, di mana prinsip-prinsip seperti *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP) diterapkan untuk mengendalikan bahaya mikrobiologis sepanjang rantai pasok.

Risiko utama dalam mikrobiologi daging meliputi patogen zoonotik seperti *Salmonella* spp. , *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, dan *Campylobacter jejuni*, yang dapat ditularkan dari hewan ke manusia melalui daging. Selain itu, kontaminasi mikroba dari lingkungan, peralatan, atau pekerja, serta keracunan makanan akibat toksin seperti enterotoksin dari *Staphylococcus aureus* atau botulinum dari

Clostridium botulinum, menjadi ancaman serius (Xing et al., 2025). Patogen ini sering kali bertahan dalam kondisi penyimpanan yang tidak optimal, seperti suhu ruang atau kemasan yang tidak tepat, sehingga meningkatkan potensi wabah.

Dampak ekonomi dan kesehatan masyarakat dari kontaminasi daging sangat signifikan. Secara ekonomi, kerugian mencakup penarikan produk (*recall*), penurunan penjualan, dan biaya pengobatan, yang dapat mencapai miliaran dolar secara global. Dari segi kesehatan, kontaminasi menyebabkan jutaan kasus keracunan makanan tahunan, dengan gejala mulai dari diare hingga kematian, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan individu dengan sistem imun lemah. Misalnya, prevalensi *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA)* dalam daging dan produk olahannya mencapai 3.72% secara global, yang berkontribusi pada resistensi antibiotik dan beban kesehatan masyarakat (Xing et al., 2025).

Tujuan bab ini adalah untuk memahami sumber kontaminasi mikrobiologis pada daging, faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba, serta strategi pengendalian yang efektif. Dengan demikian, mahasiswa diharapkan mampu menerapkan pengetahuan ini dalam praktik industri pangan untuk memastikan daging aman dan berkualitas tinggi.

7.2 Mikroorganisme pada Daging

7.2.1 Mikroorganisme awal (intrinsik dan ekstrinsik) pada daging segar.

Mikroorganisme awal pada daging segar dapat dibedakan menjadi intrinsik dan ekstrinsik. Mikroorganisme intrinsik berasal dari dalam tubuh hewan itu sendiri, seperti dari jaringan otot yang sebenarnya steril, tetapi dapat terkontaminasi melalui darah atau getah bening dari saluran pencernaan, kulit, atau saluran pernapasan hewan. Contohnya termasuk bakteri Gram-positif seperti *Micrococcus* dan *Staphylococcus*, serta patogen rendah seperti *Salmonella spp.* dan *Clostridium perfringens* dari kontaminasi feses (Fernandes, 2009; Xu et al., 2025). Sementara itu, mikroorganisme ekstrinsik berasal dari luar, seperti lingkungan, air, tanah, peralatan pemotongan, atau pekerja selama proses pemotongan dan pengolahan. Ini mencakup *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter*, dan *Enterobacteriaceae* yang ditransfer melalui kontak dengan kulit hewan atau peralatan (Elgadir et al., 2025). Kontaminasi awal ini biasanya rendah (10^3 - 10^4 cfu/cm²), tetapi dapat meningkat jika higiene buruk, memengaruhi umur simpan daging.

7.2.2 Mikroflora dominan pada daging segar dan olahan (psikrotrof, mesofilik)

Mikroflora dominan pada daging segar dan olahan tergantung pada kondisi penyimpanan. Pada daging segar yang disimpan dingin (di bawah 7°C), mikroflora psikrotrof mendominasi, seperti *Pseudomonas spp.*, *psychrotrophic Enterobacteriaceae*, dan bakteri asam laktat psikrotrof seperti

Carnobacterium dan *Latilactobacillus*. Ini karena kemampuan mereka tumbuh pada suhu rendah . Pada daging olahan seperti yang dikemas vakum atau dimodifikasi atmosfer, bakteri anaerob fakultatif seperti *Carnobacterium divergens* dan *Leuconostoc* spp. menjadi dominan setelah penyimpanan panjang. Sebaliknya, mikroflora mesofilik, seperti *Lactobacillus plantarum* dan *Staphylococcus carnosus*, mendominasi pada suhu lebih tinggi (15-30°C), terutama selama fermentasi atau jika daging mengalami penyalahgunaan suhu. Pada daging olahan seperti sosis fermentasi, starter kultur mesofilik seperti *Pediococcus pentosaceus* digunakan untuk mengendalikan flora alami.

7.2.3 Patogen utama pada daging

Patogen utama pada daging mencakup beberapa bakteri yang dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan. *Salmonella* spp. sering ditemukan pada daging unggas dan sapi, berasal dari kontaminasi feses, menyebabkan gastroenteritis jika daging tidak dimasak sempurna. *Escherichia coli*, khususnya E. coli O157:H7, terkait dengan daging sapi mentah, menyebabkan kolitis hemoragik dan sindrom uremik hemolitik karena dosis infeksi rendah. *Listeria monocytogenes*, bakteri psikrotrof, tumbuh pada suhu pendingin dan sering mencemari daging siap santap (RTE), menyebabkan listeriosis pada kelompok rentan. *Campylobacter jejuni* dominan pada unggas, menyebabkan campylobacteriosis melalui kontaminasi silang. *Staphylococcus aureus* menghasilkan enterotoksin tahan panas pada daging olahan jika fermentasi gagal. *Clostridium*

perfringens dan *Clostridium botulinum* menghasilkan toksin pada kondisi anaerob, menyebabkan keracunan makanan atau botulisme (Elgadir et al., 2025). *Yersinia enterocolitica*, psikrotrof dari babi, menyebabkan enterokolitis.

7.2.4 Mikroorganisme penyebab pembusukan (spoilage) dan perubahan organoleptik

Mikroorganisme pembusuk utama adalah *Pseudomonas* spp., *Brochothrix thermosphacta*, dan *psychrotrophic Enterobacteriaceae* seperti *Serratia proteamaculans*, yang menyebabkan slime, bau tidak sedap (amis, asam), dan perubahan warna (hijau atau cokelat) pada daging aerobik dingin melalui degradasi protein dan lipid (Xu et al., 2025). Pada daging vakum, bakteri asam laktat seperti *Carnobacterium maltaromaticum* menyebabkan rasa asam dan gas, mengubah tekstur menjadi lembek. Perubahan organoleptik termasuk off-odor dari senyawa volatil seperti aldehida dan keton, serta slime dari koloni yang menyatu. Pada daging olahan, yeast seperti *Debaryomyces hansenii* menyebabkan bintik cokelat pada lemak, sementara mould seperti *Penicillium* spp. menyebabkan pertumbuhan kapang pada permukaan kering.

7.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba pada Daging

7.3.1 Faktor intrinsik: pH, aw, komposisi kimia, dan struktur daging

Faktor intrinsik adalah sifat-sifat alami daging yang memengaruhi pertumbuhan mikroba. pH daging segar

biasanya berkisar 5,4–5,8 pada daging sapi dan babi, yang mendukung pertumbuhan bakteri psikrotrof seperti *Pseudomonas* spp., tetapi menghambat beberapa patogen. Penurunan pH postmortem akibat glikolisis menghasilkan asam laktat, yang menekan pertumbuhan mikroba mesofilik (Fernandes, 2009). Aktivitas air (a_w) pada daging segar tinggi ($>0,98$), menyediakan lingkungan ideal untuk pertumbuhan mikroba. Penurunan a_w melalui pengeringan atau penambahan garam dapat menghambat pertumbuhan, misalnya pada daging olahan (Zhu et al., 2022).

Komposisi kimia daging kaya protein, lemak, dan glukosa, menjadi substrat utama bagi mikroba pembusuk dan patogen. Glukosa dimetabolisme lebih dulu, diikuti protein yang menghasilkan senyawa off-odor seperti amonia. Struktur daging, seperti jaringan otot dan lapisan lemak, memberikan perlindungan fisik, tetapi permukaan terpotong meningkatkan akses oksigen dan kontaminasi.

7.3.2 Faktor ekstrinsik: suhu, oksigen, kelembaban, dan kemasan

Faktor ekstrinsik berasal dari lingkungan luar. Suhu merupakan faktor paling kritis; penyimpanan dingin ($0-4^{\circ}\text{C}$) memperlambat pertumbuhan, tetapi memungkinkan psikrotrof seperti *Listeria monocytogenes* berkembang. Suhu abuse ($>7^{\circ}\text{C}$) mempercepat pembusukan oleh *Pseudomonas* dan Enterobacteriaceae (Koutsoumanis et al., 2006). Ketersediaan oksigen mendukung pertumbuhan aerob seperti *Pseudomonas* pada daging aerobik, menyebabkan slime dan off-odor. Pada kondisi anaerob (vakum), bakteri asam laktat

seperti *Carnobacterium* mendominasi, menghasilkan rasa asam.

Kelembaban relatif tinggi mempertahankan aw permukaan, mendukung pertumbuhan kapang pada daging kering. Kemasan memengaruhi atmosfer: *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) dengan CO₂ tinggi menghambat aerob, memperpanjang umur simpan, sementara vakum mengurangi oksigen tetapi meningkatkan risiko *Clostridium*.

7.3.3 Faktor selama rantai pasok: pemotongan, pendinginan, transportasi, dan penyimpanan

Selama rantai pasok, higiene pemotongan menentukan beban mikroba awal. Kontaminasi dari kulit, usus, atau peralatan meningkatkan risiko. Pendinginan cepat setelah pemotongan menurunkan suhu permukaan <7°C, menghambat pertumbuhan mesofilik. Transportasi dan penyimpanan memerlukan rantai dingin stabil; fluktuasi suhu menyebabkan kondensasi dan pertumbuhan mikroba (Zhu et al., 2022). Penyimpanan jangka panjang pada suhu beku (-18°C) menghentikan pertumbuhan, tetapi thawing tidak tepat dapat mengaktifkan kembali mikroba.

7.3.4 Pengaruh pengolahan (*curing*, *smoking*, fermentasi) terhadap mikroba

Pengolahan seperti curing dengan nitrit dan garam menurunkan aw dan menghambat *Clostridium botulinum* serta patogen lain. Smoking menambahkan senyawa fenolik antimikroba dan mengeringkan permukaan (Elgadir et al.,

2025). Fermentasi menggunakan starter kultur asam laktat menurunkan pH <5,0 menghasilkan bacteriocin yang kompetitif menghambat patogen seperti Salmonella. Kombinasi ini (*hurdle technology*) menciptakan penghalang multipel untuk keamanan dan umur simpan lebih panjang (Zhu et al., 2022).

7.4 Kontaminasi dan Infeksi pada Daging

7.4.1 Sumber kontaminasi: hewan hidup, lingkungan, peralatan, dan pekerja

Sumber kontaminasi mikroba pada daging terutama berasal dari hewan hidup itu sendiri, seperti flora usus (*Salmonella*, *Campylobacter*, *E. coli*), kulit, bulu, atau kuku yang membawa mikroorganisme dari feses, tanah, atau air. Selama pemotongan, kontaminasi ini dapat ditransfer ke permukaan daging (Fernandes, 2009). Lingkungan seperti air pencuci, udara, dan lantai rumah potong hewan (RPH) juga menjadi sumber, terutama *Pseudomonas* dan *Enterobacteriaceae* dari tanah atau air tercemar. Peralatan seperti pisau, gergaji, dan conveyor sering menjadi vektor kontaminasi jika tidak dibersihkan dengan benar, menyebabkan biofilm persisten. Pekerja manusia berkontribusi melalui tangan, pakaian, atau napas, terutama *Staphylococcus aureus* dari kulit manusia. Higiene buruk pekerja meningkatkan risiko kontaminasi silang.

7.4.2 Kontaminasi Primer dan Sekunder

Kontaminasi primer terjadi langsung dari hewan selama pemotongan, seperti saat eviserasi (pengeluaran isi perut) di mana isi usus bocor dan mencemari karkas dengan bakteri

fecal seperti *Salmonella* atau *E. coli*. Ini merupakan sumber utama patogen endogen (Samad et al., 2025). Kontaminasi sekunder terjadi setelah pemotongan, melalui kontak dengan permukaan tercemar, peralatan, air, atau pekerja selama pendinginan, pemotongan lebih lanjut, atau pengemasan. Contohnya, *Listeria monocytogenes* sering dari lingkungan pabrik yang persisten, menyebabkan kontaminasi silang pada daging olahan siap santap (RTE) (Xu et al., 2025). Perbedaan ini penting karena kontaminasi primer sulit dihindari sepenuhnya, sementara sekunder dapat diminimalisir dengan praktik higiene yang baik.

7.4.3 Infeksi zoonotik (*brucellosis*, *tuberculosis*, *Q fever*, dll.)

Infeksi zoonotik pada daging meliputi penyakit yang ditularkan dari hewan ke manusia melalui konsumsi atau penanganan daging tercemar. *Brucellosis*, disebabkan oleh *Brucella* spp. (terutama *B. abortus* pada sapi dan *B. melitensis* pada kambing), ditularkan melalui daging mentah atau susu tidak dipasteurisasi, menyebabkan demam undulans, artritis, dan komplikasi kronis pada manusia. Bovine tuberculosis (*Mycobacterium bovis*) dapat ditularkan melalui daging mentah atau undercooked, terutama pada kelompok rentan, menyebabkan tuberculosis ekstrapulmoner. *Q fever* (*Coxiella burnetii*) jarang melalui daging langsung, tapi melalui aerosol dari plasenta atau produk abortus hewan ternak, meski kontak dengan daging tercemar berisiko (Samad et al., 2025). Zoonosis lain termasuk anthrax (*Bacillus anthracis*) dari daging hewan terinfeksi dan toxoplasmosis dari daging mentah.

Pencegahan melibatkan inspeksi ante- dan post-mortem serta memasak daging dengan benar.

7.4.4 Kontaminasi silang di rumah potong hewan dan industry pengolahan

Kontaminasi silang terjadi ketika patogen dari satu karkas atau sumber ditransfer ke yang lain melalui peralatan bersama, tangan pekerja, air, atau udara. Di RPH, ini sering saat pemotongan simultan hewan sehat dan terinfeksi, atau penggunaan pisau yang sama tanpa sanitasi, meningkatkan prevalensi *Salmonella* dan *Campylobacter*. Di industri pengolahan, biofilm pada mesin penggiling atau konveyor menyebabkan kontaminasi persisten pada daging olahan. Studi menunjukkan bahwa fasilitas pengolahan dapat menjadi niche persisten bagi komunitas mikroba, termasuk patogen, melalui transfer dari lingkungan. Pengendalian memerlukan pemisahan zona bersih-kotor, sanitasi rutin, dan monitoring mikrobiologis untuk mencegah wabah *foodborne*.

7.5 Prinsip Pengendalian Mikrobiologi dan Keamanan Daging

Pengendalian mikrobiologi pada daging bertujuan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk, sehingga menjamin keamanan dan kualitas pangan. Prinsip ini melibatkan pendekatan sistematis yang mengintegrasikan higiene, analisis risiko, dan teknik pengendalian fisik, kimia, serta biologis. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi risiko keracunan makanan, tetapi juga memperpanjang umur simpan daging sambil

mempertahankan nilai nutrisi dan sensoris. Berikut diuraikan prinsip-prinsip utama yang dapat diterapkan sepanjang rantai pasok daging.

7.5.1 *Good Hygiene Practices (GHP)* dan *Good Manufacturing Practices (GMP)*

Good Hygiene Practices (GHP) dan *Good Manufacturing Practices (GMP)* merupakan fondasi utama dalam pengendalian mikrobiologi daging. GHP fokus pada pencegahan kontaminasi melalui praktik higiene dasar, seperti pencucian tangan pekerja, sanitasi peralatan, dan pengendalian hama di rumah potong hewan serta pabrik pengolahan. Praktik ini mencegah kontaminasi silang dari hewan hidup ke daging segar, misalnya dengan memisahkan area kotor dan bersih. GMP melengkapi GHP dengan standar produksi yang lebih luas, termasuk desain fasilitas yang mudah dibersihkan, pemantauan suhu penyimpanan, dan pelatihan karyawan. Kedua praktik ini bekerja sinergis untuk mengurangi beban mikroba awal pada daging, seperti *Salmonella* spp. dan *E. coli*, dengan menargetkan sumber kontaminasi seperti air, udara, dan permukaan kontak (Latoch et al., 2022). Implementasi GHP dan GMP dapat menurunkan tingkat kontaminasi hingga 2-3 log CFU/g pada daging sapi, berdasarkan pengujian indikator seperti Aerobic Plate Count (APC) (Beef Industry Food Safety Council, 2016). Pembaca dapat memahami ini sebagai langkah preventif dasar sebelum teknik lanjutan diterapkan.

7.5.2 Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) pada Rantai Daging

HACCP adalah sistem manajemen risiko berbasis sains yang mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya mikrobiologi sepanjang rantai daging, dari pemotongan hingga distribusi. Prinsip HACCP mencakup tujuh langkah: analisis bahaya (misalnya, identifikasi patogen seperti *Listeria monocytogenes*), penentuan titik kontrol kritis (CCP) seperti pendinginan cepat pasca-pemotongan, penetapan batas kritis (suhu $<4^{\circ}\text{C}$), pemantauan, tindakan korektif, verifikasi, dan dokumentasi (FDA, 2022). Dalam rantai daging, HACCP diterapkan untuk mencegah pertumbuhan *Clostridium perfringens* selama transportasi dengan memantau suhu secara kontinu. Sistem ini telah terbukti mengurangi insiden Salmonella pada daging ayam hingga 50% melalui verifikasi mikrobiologi rutin (U.S. Department of Agriculture, 1996, seperti dikutip dalam Beef Industry Food Safety Council, 2016). HACCP bukan hanya regulasi, tetapi alat adaptif yang memungkinkan industri menyesuaikan proses berdasarkan data *real-time*, sehingga mudah dipahami sebagai "peta jalan" keamanan pangan bagi mahasiswa.

7.5.3 Teknik Pengendalian Fisik: Pendinginan Cepat, Pembekuan, Iradiasi, Suhu Tinggi

Teknik pengendalian fisik memanfaatkan faktor lingkungan untuk menghambat atau membunuh mikroba tanpa bahan kimia tambahan. Pendinginan cepat (rapid chilling) menurunkan suhu daging dari 40°C ke $<7^{\circ}\text{C}$ dalam waktu singkat untuk mencegah pertumbuhan mesofilik seperti

Staphylococcus aureus, sementara pembekuan pada -18°C menghentikan aktivitas mikroba sepenuhnya, meskipun tidak membunuh spora *Clostridium botulinum* (Rohde et al., 2024). Iradiasi menggunakan sinar gamma atau elektron (dosis 1-10 kGy) untuk merusak DNA mikroba, efektif mengurangi *E. coli* O157:H7 pada daging sapi hingga 5 log CFU/g tanpa mengubah rasa signifikan pada dosis rendah (Latoch et al., 2023). Suhu tinggi, seperti pasteurisasi atau ohmic heating, memanaskan daging secara volumetrik untuk inaktivasi patogen, dengan ohmic heating lebih efisien karena pemanasan seragam yang mengurangi kehilangan nutrisi (Misra & Jo, 2017). Teknik ini sederhana namun efektif, dengan catatan bahwa kombinasi (*hurdle technology*) diperlukan untuk spora resisten.

7.5.4 Teknik Pengendalian Kimia: Asam Organik, Nitrit, Garam, dan Fumigasi

Pengendalian kimia menggunakan senyawa untuk mengganggu metabolisme mikroba. Asam organik seperti asam laktat (2-4%) menurunkan pH daging menjadi $<5,5$, menghambat *Listeria monocytogenes* pada daging olahan dengan reduksi hingga 2-3 log (Rohde et al., 2024). Nitrit (sodium nitrite) bertindak sebagai antimikroba dan pengawet warna pada daging curing, mencegah botulisme dengan menghambat spora *Clostridium botulinum*. Garam (NaCl 2-5%) menurunkan aktivitas air (aw) menjadi $<0,9$, efektif terhadap pembusuk psikrotrof pada daging asin. Fumigasi dengan ozon atau klorin membersihkan permukaan daging dari *Campylobacter jejuni*, meskipun harus dikontrol untuk

menghindari residu (Latoch et al., 2023). Teknik ini murah dan mudah diterapkan, tetapi mahasiswa perlu waspada terhadap batas aman untuk kesehatan konsumen.

7.5.5 Teknik Pengendalian Biologis: Starter Kultur, Bacteriocin, dan Probiotik

Pengendalian biologis memanfaatkan mikroorganisme bermanfaat untuk kompetisi atau produksi antimikroba. Starter kultur seperti *Lactobacillus* spp. digunakan dalam fermentasi daging untuk menurunkan pH melalui produksi asam laktat, menghambat patogen seperti *Salmonella* pada sosis (Rohde et al., 2024). Bacteriocin, seperti nisin dari *Lactococcus lactis*, merusak membran sel bakteri patogen, mengurangi *E. coli* pada daging sapi hingga 3 log. Probiotik, meskipun lebih umum pada produk susu, dapat ditambahkan pada daging untuk meningkatkan ketahanan terhadap infeksi usus. Pendekatan ini alami dan ramah lingkungan, dengan bacteriophage sebagai inovasi baru yang menarget spesifik patogen tanpa memengaruhi flora.

7.5.6 Kemasan Aktif dan Atmosfer Termodifikasi (MAP) untuk Memperpanjang Umur Simpan

Kemasan aktif menyertakan agen antimikroba seperti perak atau ekstrak tanaman dalam kemasan untuk menghambat pertumbuhan mikroba secara kontinu. Atmosfer termodifikasi (MAP) mengubah komposisi gas (misalnya, 60% O₂, 40% CO₂) untuk menghambat aerobes seperti *Pseudomonas* spp., memperpanjang umur simpan daging hingga 2-3 kali lipat tanpa mengubah rasa (Latoch et al., 2023).

Teknik ini efektif untuk daging segar, dengan vakum atau gas inert mengurangi oksidasi dan kontaminasi.

7.6 Metode Deteksi dan Pengujian Mikrobiologi

Metode deteksi dan pengujian mikrobiologi pada daging merupakan alat esensial untuk memantau kontaminasi patogen dan indikator mikroba, sehingga mendukung keamanan pangan. Pendekatan ini meliputi teknik konvensional yang reliabel namun memakan waktu, serta metode cepat yang lebih efisien untuk deteksi real-time. Pengujian ini membantu mengidentifikasi risiko seperti *Salmonella* spp. dan *E. coli* pada daging segar atau olahan, dengan standar nasional dan internasional sebagai acuan. Mahasiswa dapat memahami metode ini sebagai kombinasi antara prinsip dasar mikrobiologi dan teknologi modern untuk analisis akurat.

7.6.1 Metode Konvensional: *Total Plate Count, Coliform, Salmonella, E. coli*

Metode konvensional berbasis kultur tetap menjadi fondasi pengujian mikrobiologi daging karena kemudahan dan biaya rendahnya. *Total Plate Count* (TPC) atau Aerobic Plate Count menghitung jumlah koloni mikroba viable pada media agar seperti *Plate Count Agar* (PCA) setelah inkubasi 48 jam pada 30-35°C, memberikan estimasi beban mikroba keseluruhan pada daging. Metode ini efektif untuk menilai higienisitas, dengan batas akseptabel $<10^6$ CFU/g pada daging segar, meskipun tidak membedakan patogen dari non-patogen. Pengujian coliform menggunakan media seperti

Violet Red Bile Agar (VRBA), di mana koliform memfermentasi laktosa menghasilkan koloni merah, indikator kontaminasi fekal pada daging akibat sanitasi buruk selama pemotongan.

Untuk patogen spesifik seperti *Salmonella* spp. , metode melibatkan pra-enrichment dalam Buffered Peptone Water, diikuti selektif enrichment pada Rappaport-Vassiliadis Broth dan isolasi pada *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) agar, dengan konfirmasi biokimia dan serologi. Sensitivitasnya mencapai 95-100% untuk deteksi pada daging ayam, tetapi memerlukan 3-5 hari. *E. coli*, termasuk O157:H7, dideteksi melalui enumerasi pada MacConkey Agar atau Sorbitol MacConkey Agar (SMAC), di mana strain patogen tidak memfermentasi sorbitol. Metode ini sensitif hingga 10 CFU/g pada daging sapi, dengan konfirmasi menggunakan latex agglutination. Kelemahan utama adalah waktu lama dan ketergantungan pada viabilitas mikroba, yang dapat dipengaruhi oleh stres lingkungan pada daging. Namun, metode ini mudah diterapkan di laboratorium dasar dan direkomendasikan untuk pengawasan rutin.

7.6.2 Metode Cepat: PCR, ELISA, Imunomagnetik Separation, dan Biosensor

Metode cepat memanfaatkan teknologi molekuler dan imunologi untuk deteksi lebih singkat, ideal untuk industri daging yang memerlukan respons cepat. *Polymerase Chain Reaction* (PCR), termasuk real-time qPCR, mendeteksi DNA patogen seperti gen *invA* pada *Salmonella* atau *stx* pada *E. coli* O157:H7 langsung dari sampel daging setelah ekstraksi DNA. Proses ini memakan waktu 4-6 jam dengan sensitivitas hingga

10² CFU/g, lebih tinggi dari metode konvensional, dan dapat multiplex untuk beberapa patogen sekaligus. Variasi seperti *Loop-Mediated Isothermal Amplification* (LAMP) beroperasi pada suhu konstan (60-65°C) tanpa termocycler, cocok untuk deteksi lapangan pada daging olahan.

Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) menggunakan antibodi untuk mendeteksi antigen patogen atau toksin, seperti enterotoksin *Staphylococcus aureus* pada daging. Sandwich ELISA memiliki *limit of detection* (LOD) 0.1-1 ng/mL dalam 2-4 jam, dengan spesifisitas >95%, meskipun memerlukan pra-enrichment untuk sampel daging kompleks. *Imunomagnetik separation* (IMS) memisahkan patogen menggunakan bead magnetik berlapis antibodi, seperti untuk *Listeria monocytogenes*, meningkatkan sensitivitas PCR atau ELISA hingga 10 kali dengan mengurangi inhibitor matriks daging. Biosensor, teknologi emerging, mengintegrasikan nanomaterial seperti gold nanoparticles untuk deteksi real-time, misalnya SERS-based biosensor untuk *E. coli* pada daging dengan LOD 1-10 CFU/mL dalam <1 jam. Metode ini portabel dan sensitif, tetapi memerlukan validasi untuk interferensi lemak daging. Secara keseluruhan, metode cepat mengurangi waktu dari hari ke jam, mendukung pencegahan outbreak.

7.6.3 Standar Pengujian Nasional (SNI) dan Internasional (ISO, Codex Alimentarius)

Standar pengujian memastikan konsistensi dan keandalan hasil. Secara nasional, Standar Nasional Indonesia (SNI) seperti SNI ISO 4833-1:2015 untuk enumerasi

mikroorganisme menggunakan teknik koloni count, dan SNI 9159:2023 untuk deteksi serta enumerasi *E. coli* pada bahan pangan termasuk daging. SNI juga mengadopsi batas cemaran mikroba dari Peraturan BPOM, seperti $<10^4$ CFU/g untuk coliform pada daging olahan, mendukung pengawasan lokal.

Internasional, ISO melalui TC 34/SC 9 menyediakan metode horizontal seperti ISO 6579 untuk deteksi *Salmonella* dan ISO 16654 untuk *E. coli* O157, dengan working groups khusus untuk STEC dan *Listeria* pada rantai makanan termasuk daging. Codex Alimentarius, seperti CXG 21-1997, menetapkan prinsip kriteria mikrobiologi dengan sampling plan untuk daging, dan CXG 99-2023 untuk kontrol STEC pada daging sapi mentah. Standar ini menekankan validasi metode dan sampling representatif, memfasilitasi perdagangan global sambil memprioritaskan keamanan.

7.7 Tantangan dan Tren Keamanan Daging Terkini

Keamanan daging menghadapi tantangan baru seiring perkembangan industri pangan global, termasuk peningkatan resistensi antibiotik pada patogen, munculnya daging alternatif seperti plant-based dan cultured meat, serta penerapan teknologi pengolahan inovatif. Tantangan ini memerlukan pendekatan One Health yang mengintegrasikan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan, sementara tren terkini menawarkan solusi berkelanjutan untuk mengurangi risiko mikrobiologi tanpa mengorbankan kualitas. Mahasiswa

perlu memahami bahwa evolusi ini didorong oleh permintaan konsumen akan pangan aman, etis, dan ramah lingkungan.

Resistensi Antibiotik pada Bakteri Patogen. Penggunaan antibiotik berlebih dalam peternakan intensif menjadi penyebab utama resistensi antimikroba (AMR) pada patogen zoonotik seperti *Salmonella* spp. , *Campylobacter* spp., dan *Escherichia coli* di daging. Resistensi ini meningkatkan risiko infeksi sulit diobati pada manusia melalui konsumsi daging terkontaminasi, dengan estimasi global bahwa AMR menyebabkan jutaan kematian tahunan. Di Eropa dan Asia, prevalensi bakteri resisten seperti *extended-spectrum beta-lactamase* (ESBL)-*producing Enterobacterales* tinggi pada daging ayam dan sapi, sering dikaitkan dengan penggunaan antibiotik sebagai promotor pertumbuhan. Tantangan utama adalah transfer gen resistensi horizontal antar bakteri, yang mempercepat penyebaran melalui rantai pangan. Strategi mitigasi meliputi pengurangan antibiotik preventif, surveillance nasional, dan alternatif seperti probiotik, meskipun implementasi di negara berkembang masih terhambat regulasi lemah (Wisniewski et al., 2024; Kaur et al., 2024).

Keamanan Daging Alternatif (*Plant-Based* dan *Cultured Meat*). Daging alternatif muncul sebagai respons terhadap isu etika, lingkungan, dan kesehatan dari produksi daging konvensional. Plant-based meat dari protein nabati seperti kedelai atau kacang polong mengurangi risiko patogen zoonotik, tetapi rentan terhadap kontaminasi sekunder seperti *Listeria* atau *Salmonella* selama pengolahan. Cultured meat (cell-based meat) diproduksi melalui kultur sel hewan di

bioreactor, berpotensi menghilangkan patogen enteric dan residu antibiotik karena proses steril dan tanpa pemotongan hewan. Namun, tantangan mikrobiologi termasuk risiko kontaminasi selama kultur sel (misalnya dari media atau peralatan), potensi endotoksin, atau hazard kimia dari growth factors. Produksi cultured meat sering antibiotic-free, mengurangi kontribusi terhadap AMR, tetapi skalabilitas dan biaya tinggi masih menjadi hambatan. Regulasi global bervariasi, dengan persetujuan di Singapura, AS, dan Israel, sementara keamanan jangka panjang memerlukan penelitian lebih lanjut (Sogore et al., 2024; Bakhsh et al., 2025).

Teknologi Baru: Cold Plasma, High-Pressure Processing (HPP), dan UV-C. Teknologi non-termal menjadi tren utama untuk pengendalian mikroba tanpa merusak nutrisi dan sensoris daging. Cold plasma menghasilkan spesies reaktif oksigen dan nitrogen (ROS/RNS) yang efektif inaktivasi patogen seperti *E. coli* dan *Salmonella* pada permukaan daging, dengan reduksi hingga 5 log CFU/g, serta memperpanjang umur simpan tanpa residu kimia. High-pressure processing (HPP) pada 400-600 MPa menonaktifkan vegetatif patogen dan enzim pembusuk, cocok untuk daging olahan siap saji. UV-C (sinar ultraviolet pendek) efektif untuk dekontaminasi permukaan, mengurangi *Campylobacter* pada daging ayam hingga 2-3 log. Teknologi ini ramah lingkungan, energi-efisien, dan mendukung clean label, tetapi tantangan termasuk biaya awal tinggi dan efektivitas terbatas pada spora. Kombinasi (hurdle technology) seperti plasma dengan HPP meningkatkan efikasi, mendukung transisi ke produksi berkelanjutan (Yawut et al., 2024; Fernandes & Rodrigues,

2025). Secara keseluruhan, tantangan AMR dan keamanan daging alternatif mendorong inovasi teknologi non-termal sebagai solusi masa depan, dengan potensi mengurangi outbreak foodborne dan dampak lingkungan.

7.8 Kesimpulan

Bab Mikrobiologi dan Keamanan Daging ini menekankan bahwa daging merupakan substrat ideal bagi mikroorganisme, baik pembusuk maupun patogen zoonotik seperti *Salmonella*, *E. coli* O157:H7, *Listeria*, dan *Campylobacter*. Kontaminasi dapat terjadi sejak hewan hidup hingga meja konsumen, dipengaruhi oleh faktor intrinsik (pH, a_w) dan ekstrinsik (suhu, oksigen, higiene rantai pasok).

Pengendalian yang efektif dimulai dari praktik higiene dasar (GHP dan GMP), diperkuat sistem HACCP, serta teknik berlapis: fisik (pendinginan, iradiasi, HPP), kimia (asam organik, nitrit), biologis (starter kultur, bacteriocin), dan kemasan canggih (MAP, kemasan aktif). Deteksi mikroba kini menggabungkan metode konvensional yang andal dengan teknologi cepat seperti PCR dan biosensor, sesuai standar SNI, ISO, dan Codex Alimentarius.

Di era saat ini, tantangan besar meliputi resistensi antibiotik, keamanan daging alternatif (plant-based dan cultured meat), serta inovasi non-termal seperti cold plasma dan UV-C yang menjanjikan masa depan lebih aman dan berkelanjutan.

Intinya, keamanan daging bukan sekadar tanggung jawab industri, melainkan upaya terpadu berbasis ilmu pengetahuan dan inovasi. Dengan pemahaman yang baik

tentang sumber risiko dan strategi pengendalian, kita dapat menikmati daging yang aman, bermutu tinggi, dan ramah lingkungan—kontribusi nyata mahasiswa ilmu pangan bagi kesehatan masyarakat di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhsh, A., Kim, B., Ishamri, I., Choi, S., Li, X., Li, Q., Hur, S. J., & Park, S. (2025). Cell-based meat safety and regulatory approaches: A comprehensive review. *Food Science of Animal Resources*, 45(1), 145-164.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11743846/>
- Beef Industry Food Safety Council. (2016). *Guidance document for lotting and sampling of beef products for pathogen analysis*.
https://www.bifsc.org/Media/BIFSCO/Docs/lotting_and_sampling_of_beef_products_for_pathogens_analysis_update_april_-2019.pdf
- Elgadir, M. A., & Mariod, A. A. (2025). Effect of selected food additives on quality of meat and meat products, recent advances. *Agriculture and Food Bioactive Compounds*, 2(4), 76–85.
<https://www.researchgate.net/publication/394131254>
- Food and Drug Administration. (2022). *HACCP principles & application guidelines*.
<https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines>
- Fernandes, F. A. N., & Rodrigues, S. (2025). Cold plasma technology for sustainable food production: Meeting the United Nations sustainable development goals. *Sustainable Food Technology*, 3, 32-53.
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/fb/d4fb00209a>

- Fernandes, R. (Ed.). (2009). *Microbiology handbook: Meat products*. Leatherhead Food International/Royal Society of Chemistry.
- Kaur, K., Singh, S., & Kaur, R. (2024). Impact of antibiotic usage in food-producing animals on food safety and possible antibiotic alternatives. *Microbe*, 4, 100097. <https://doi.org/10.1016/j.microb.2024.100097>
- Koutsoumanis, K., Stamatiou, A., Skandamis, P., & Nychas, G.-J. E. (2006). Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1), 124–134. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.1.124-134.2006>
- Misra, N. N., & Jo, C. (2017). Applications of cold plasma technology for microbiological safety in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, 64, 74-86. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.005>
- Latoch, A., D.M.Stasiak, D. M & A.Junkuszew et al. (2023). Combined effect of acid whey addition and ultrasonic treatment on the chemical and microbiological stability of lamb stuffing. *Foods*, 12(7), 1379. <https://doi.org/10.3390/foods12071379>
- Rohde, A., Hammerl, J. A., Appel, B., Dieckmann, R., Dahouk, S. A., & Al Dahouk, S. (2024). Methods of controlling microbial contamination of food. *Foods*, 13(10), 1564. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12114859/>
- Samad, A., Kim, S.-H., Kim, C.-J., Lee, E.-Y., Kumari, S., Hossain, M. J., Alam, A. M. M., Muazzam, A., Hwang, Y.-H., & Joo,

- S.-T. (2025). An investigation of the status of commercial meat analogs and their ingredients: Worldwide and South Korea. *Food Science of Animal Resources*, 45(1), 31–61.
<https://doi.org/10.58518/kosfa.2024.e71>
- Sogore, T., Guo, M., Sun, N., Jiang, D., Shen, M., & Ding, T. (2024). Microbiological and chemical hazards in cultured meat and methods for their detection. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(4), e13392. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13392>
- Tao, Y., et al. (2025). A comprehensive review of detection methods for *Staphylococcus aureus* and its enterotoxins in food: From traditional to emerging technologies. *Toxins*, 17(10), 319.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12298662/>
- Wisniewski, P., Trymers, M., Chajęcka-Wierzchowska, W., Tkacz, K., Zadernowska, A., & Modzelewska-Kapituła, M. (2024). Antimicrobial resistance in the context of animal production and meat products in Poland—A critical review and future perspective. *Pathogens*, 13(12), 1123.
<https://doi.org/10.3390/pathogens13121123>
- Xing, L., Cheng, M., Wang, S., Jiang, J., Li, T., Zhang, X., Yang, J., Tian, Y., & Liu, W. (2025). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* contamination in meat and meat products: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1636622.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1636622>

- Xu, Z.S., V.Pham,X.Yang, and M.G. Gänzle. 2025.High-throughput analysis of microbiomes in a meat processing facility: are food processing facilities an establishment niche for persisting bacterial communities?. *Microbiome* 13:25, 1-19.
<https://doi.org/10.1186/s40168-024-02026-1>
- Yawut, N., Mekwilai, T., Vichiansan, N., Braspaiboon, S., Leksakul, K., & Boonyawan, D. (2024). Cold plasma technology: Transforming food processing for safety and sustainability. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101383.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101383>
- Zhu, Y., Wang, W., Li, M., Zhang, J., Ji, L., Zhao, Z., Zhang, R., Cai, D., & Chen, L. (2022). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling approaches. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1078201.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1078201>

BAB 8

EVALUASI MUTU FISIK, KIMIA, DAN SENSORIS PRODUK DAGING

8.1 Pendahuluan

Industri pengolahan daging merupakan salah satu sektor penting dalam sistem pangan karena berperan dalam penyediaan sumber protein hewani yang bernilai gizi tinggi bagi masyarakat. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, urbanisasi, serta perubahan pola konsumsi, permintaan terhadap produk daging dan olahannya terus mengalami peningkatan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Kondisi tersebut menuntut industri pengolahan daging untuk tidak hanya mampu memproduksi dalam jumlah besar, tetapi juga menjamin mutu produk yang dihasilkan agar dapat diterima oleh konsumen serta aman untuk dikonsumsi.

Mutu produk daging merupakan konsep multidimensi yang mencakup aspek fisik, kimia, mikrobiologis, dan sensoris. Dalam praktik industri, mutu tidak hanya berkaitan dengan penampilan produk, tetapi juga mencerminkan nilai gizi, stabilitas selama penyimpanan, keamanan pangan, serta tingkat kesukaan konsumen. Oleh karena itu, evaluasi mutu produk daging menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari sistem pengendalian mutu (*quality control*) dan jaminan mutu (*quality assurance*) dalam industri pengolahan daging. Evaluasi mutu fisik, kimia, dan sensoris merupakan pendekatan yang

paling umum dan fundamental dalam menilai kualitas produk daging, baik daging segar maupun produk olahan. Mutu fisik berkaitan dengan sifat-sifat yang dapat diamati secara langsung atau diukur secara objektif, seperti warna, tekstur, keempukan, daya ikat air, dan susut masak. Parameter-parameter fisik tersebut sangat berpengaruh terhadap persepsi awal konsumen dan efisiensi proses pengolahan di tingkat industri.

Di sisi lain, mutu kimia mencerminkan komposisi dan stabilitas senyawa penyusun produk daging, termasuk kandungan air, protein, lemak, dan komponen kimia lainnya. Evaluasi mutu kimia juga berkaitan erat dengan perubahan yang terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan, seperti penurunan pH, oksidasi lemak, dan denaturasi protein. Perubahan-perubahan kimia ini tidak hanya memengaruhi nilai gizi produk, tetapi juga berdampak langsung pada cita rasa, aroma, dan daya simpan produk daging.

Selain evaluasi fisik dan kimia, pengujian sensoris memiliki peran yang sangat penting karena berhubungan langsung dengan penerimaan konsumen. Uji sensoris merupakan metode penilaian mutu berdasarkan respons indera manusia terhadap produk, seperti penglihatan, penciuman, perasa, dan peraba. Dalam banyak kasus, produk daging dengan parameter fisik dan kimia yang baik belum tentu diterima oleh konsumen apabila karakteristik sensorisnya tidak sesuai dengan preferensi pasar. Oleh karena itu, evaluasi sensoris sering digunakan sebagai indikator akhir keberhasilan suatu produk daging di pasaran.

Ketiga aspek evaluasi mutu tersebut, fisik, kimia, dan sensoris itu saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Perubahan pada satu parameter mutu sering kali akan memengaruhi parameter lainnya. Sebagai contoh, penurunan pH daging pasca pemotongan dapat memengaruhi warna dan daya ikat air, yang pada akhirnya berdampak pada tekstur dan kesan sensoris produk. Dengan demikian, pendekatan evaluasi mutu yang komprehensif dan terpadu sangat diperlukan untuk memperoleh gambaran kualitas produk daging secara menyeluruh.

Dalam konteks industri pengolahan daging modern, evaluasi mutu tidak hanya berfungsi sebagai alat penilaian produk akhir, tetapi juga sebagai instrumen pengendalian proses produksi. Data hasil evaluasi mutu dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik kritis dalam proses pengolahan, memperbaiki formulasi produk, serta meningkatkan efisiensi dan konsistensi mutu. Selain itu, evaluasi mutu juga menjadi dasar dalam pemenuhan persyaratan regulasi, standar nasional dan internasional, serta sistem keamanan pangan seperti HACCP dan ISO.

Bab ini membahas secara komprehensif prinsip, metode, dan aplikasi evaluasi mutu fisik, kimia, dan sensoris pada produk daging. Pembahasan difokuskan pada parameter-parameter utama yang umum digunakan dalam industri dan penelitian, serta keterkaitannya dengan kualitas produk dan penerimaan konsumen. Melalui pemahaman yang baik mengenai evaluasi mutu produk daging, diharapkan pembaca mampu menerapkan konsep-konsep tersebut dalam kegiatan

akademik, penelitian, maupun praktik industri pengolahan daging.

8.2 Konsep Mutu Produk Daging

Mutu produk daging merupakan konsep yang kompleks dan multidimensional, yang mencerminkan keseluruhan karakteristik produk yang berkaitan dengan kemampuan produk tersebut dalam memenuhi persyaratan dan harapan konsumen serta ketentuan regulasi yang berlaku. Pada industri pengolahan daging, mutu tidak hanya dipandang dari sisi penampilan dan cita rasa, tetapi juga mencakup aspek nilai gizi, keamanan pangan, dan konsistensi produk. Oleh karena itu, pemahaman konsep mutu menjadi landasan utama dalam kegiatan evaluasi, pengendalian, dan peningkatan kualitas produk daging. Menurut standar mutu pangan, mutu produk daging ditentukan oleh parameter fisik, kimia, dan sensoris yang dapat diukur dan dievaluasi secara sistematis. Standar Nasional Indonesia (SNI) dan metode analisis yang dikeluarkan oleh *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) banyak digunakan sebagai acuan dalam penilaian mutu produk daging, baik untuk kepentingan penelitian maupun industri. Penggunaan standar ini bertujuan untuk menjamin keseragaman metode, keakuratan hasil pengujian, serta keterbandingan data mutu antar produk dan antar produsen.

8.2.1 Mutu Objektif dan Mutu Subjektif

Pada evaluasi produk daging, mutu dapat dibedakan menjadi mutu objektif dan mutu subjektif. Mutu objektif merupakan mutu yang dapat diukur secara kuantitatif

menggunakan metode analisis yang terstandar. Contoh mutu objektif meliputi nilai pH, kadar air, kadar protein, kadar lemak, serta sifat fisik misalnya warna dan tekstur. Parameter-parameter tersebut umumnya dianalisis menggunakan metode standar AOAC atau metode yang direkomendasikan dalam SNI terkait produk daging dan olahannya. Sebagai contoh, analisis komposisi kimia produk daging sering mengacu pada metode AOAC untuk analisis proksimat, sedangkan persyaratan mutu kimia dan fisik produk daging olahan di Indonesia diatur dalam berbagai SNI, misalnya SNI sosis daging (Badan Standardisasi Nasional, 2015), bakso daging (Badan Standardisasi Nasional, 2014), dan produk olahan daging lainnya. Mutu objektif bersifat konsisten dan dapat direproduksi, sehingga sangat penting dalam sistem pengendalian mutu industri.

Mutu subjektif, di sisi lain berkaitan dengan persepsi manusia terhadap produk daging dan dinilai melalui uji sensoris. Parameter mutu subjektif meliputi kesukaan terhadap warna, aroma, rasa, dan tekstur produk. Meskipun bersifat subjektif, uji sensoris dilakukan dengan metode yang terstruktur dan terstandar, sehingga hasilnya tetap dapat dianalisis secara ilmiah. Pada praktiknya, mutu subjektif sering digunakan sebagai indikator akhir keberterimaan produk di pasar.

8.2.2 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Mutu Produk Daging

Mutu produk daging dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat dikelompokkan menjadi faktor pra-panen dan

pasca-panen. Faktor pra-panen meliputi jenis ternak, umur, jenis kelamin, pakan, kondisi kesehatan, serta tingkat stres ternak sebelum pemotongan. Faktor-faktor ini berpengaruh terhadap komposisi kimia daging, struktur jaringan otot, serta potensi terbentuknya karakteristik mutu tertentu, seperti keempukan dan warna daging. Faktor pasca-panen mencakup proses pemotongan, penanganan karkas, pendinginan, pengolahan, dan penyimpanan produk daging. Standar penanganan pasca-panen yang baik, sebagaimana direkomendasikan dalam SNI dan pedoman industri pangan, bertujuan untuk meminimalkan kerusakan fisik dan kimia serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Kesalahan dalam penanganan pasca-panen dapat menyebabkan penurunan mutu, seperti meningkatnya susut masak, perubahan warna, dan penurunan daya ikat air.

8.2.3 Mutu sebagai Parameter Keamanan dan Daya Simpan

Konsep mutu produk daging tidak dapat dipisahkan dari aspek keamanan pangan dan daya simpan. Parameter mutu kimia, seperti nilai pH dan tingkat oksidasi lemak, memiliki peran penting dalam menentukan stabilitas produk selama penyimpanan. Nilai pH yang berada dalam rentang normal dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, sedangkan tingkat oksidasi lemak yang rendah dapat mempertahankan cita rasa dan aroma produk daging.

Melalui standar mutu produk daging, SNI menetapkan batas-batas tertentu untuk parameter kimia dan sensoris sebagai indikator kelayakan produk. Sementara itu, metode

AOAC digunakan untuk memastikan bahwa pengujian parameter-parameter tersebut dilakukan secara akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Berdasarkan hal tersebut, evaluasi mutu berfungsi sebagai alat pengendalian mutu sekaligus sebagai mekanisme perlindungan konsumen dari produk yang tidak aman atau bermutu rendah.

8.2.4 Mutu dalam Perspektif Industri dan Standarisasi

Pada industri pengolahan daging, mutu merupakan faktor strategis yang menentukan daya saing produk. Konsistensi mutu menjadi tuntutan utama, terutama bagi industri yang berorientasi pada pasar modern dan ekspor. Penerapan evaluasi mutu berdasarkan standar SNI dan metode AOAC memungkinkan industri untuk menjaga konsistensi produk, memenuhi persyaratan regulasi, serta meningkatkan kepercayaan konsumen. Selain itu, evaluasi mutu juga menjadi bagian integral dari sistem jaminan mutu dan keamanan pangan, seperti *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP). Menurut studi mengemukakan bahwa penyimpanan produk pangan harus diluar *danger zone* yaitu diluar batas suhu 5-60°C. Data hasil evaluasi mutu fisik, kimia, dan sensoris digunakan untuk memantau titik kendali kritis dan memastikan bahwa produk daging yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, pemahaman konsep mutu produk daging yang mengacu pada standar dan metode analisis yang diakui secara internasional sangat penting bagi pengembangan industri pengolahan daging yang berkelanjutan.

8.3 Evaluasi Mutu Fisik Produk Daging

Evaluasi mutu fisik merupakan salah satu tahapan penting dalam penilaian kualitas produk daging karena berkaitan langsung dengan karakteristik yang dapat diamati secara visual maupun diukur secara objektif menggunakan instrumen tertentu. Mutu fisik sangat memengaruhi persepsi awal konsumen terhadap produk daging dan sering kali menjadi dasar dalam pengambilan keputusan pembelian. Selain itu, parameter fisik juga berhubungan erat dengan efisiensi proses pengolahan dan rendemen produk dalam industri.

Sifat fisik produk daging dipengaruhi oleh struktur jaringan otot, komposisi kimia, serta perubahan biokimia yang terjadi selama proses pemotongan, pengolahan, dan penyimpanan. Oleh karena itu, evaluasi mutu fisik dilakukan untuk mengetahui kondisi produk daging secara objektif serta sebagai indikator awal terhadap kemungkinan terjadinya penurunan mutu dan kerusakan produk.

8.3.1 Sifat Fisik Daging dan Signifikansinya

Sifat fisik daging mencerminkan kondisi struktur jaringan otot dan interaksinya dengan air serta komponen kimia lainnya. Parameter fisik utama yang sering digunakan dalam evaluasi mutu produk daging meliputi warna, tekstur atau keempukan, daya ikat air, serta susut masak. Parameter-parameter tersebut memiliki keterkaitan yang erat dengan kualitas sensoris dan penerimaan konsumen. Pada industri pengolahan daging, evaluasi sifat fisik dilakukan tidak hanya pada produk akhir, tetapi juga pada bahan baku daging segar.

Hal ini bertujuan untuk menjamin konsistensi mutu produk serta meminimalkan variasi yang dapat memengaruhi kualitas produk olahan. Pengukuran sifat fisik secara rutin juga berfungsi sebagai alat pengendalian mutu dan evaluasi kinerja proses produksi.

8.3.2 Warna Produk Daging

Warna merupakan salah satu atribut fisik terpenting dalam penilaian mutu daging karena menjadi kesan visual pertama yang diterima konsumen. Warna daging dipengaruhi oleh keberadaan pigmen myoglobin dan bentuk kimianya, seperti deoksimioglobin, oksimioglobin, dan metmyoglobin. Perubahan proporsi bentuk pigmen tersebut akan menyebabkan perubahan warna daging, mulai dari merah cerah hingga cokelat keabu-abuan. Evaluasi warna daging dapat dilakukan secara subjektif menggunakan pengamatan visual, namun untuk keperluan ilmiah dan industri digunakan metode objektif dengan alat kolorimeter atau *chromameter*. Sistem warna yang umum digunakan adalah sistem CIE L^* , a^* , b^* , di mana nilai L^* menunjukkan tingkat kecerahan, nilai a^* menunjukkan intensitas warna merah-hijau, dan nilai b^* menunjukkan intensitas warna kuning-biru (Fadhlurrohman *et al.*, 2023a). Lebih dari itu, kualitas warna produk juga dapat ditentukan melalui perhitungan turunan dari nilai L^* , a^* , dan b^* , misalnya melalui parameter *hue^o*, *chroma*, dan *whiteness index* (WI) (Fadhlurrohman *et al.*, 2023b).

Metode pengukuran warna secara instrumental banyak digunakan dalam penelitian dan pengendalian mutu industri karena menghasilkan data yang akurat dan dapat

direproduksi. Pada beberapa standar produk daging olahan, SNI menetapkan persyaratan kenampakan dan warna produk sebagai indikator mutu fisik yang harus dipenuhi. Warna yang menyimpang dari standar sering kali menjadi indikator terjadinya oksidasi pigmen, kerusakan produk, atau penanganan yang tidak tepat.

8.3.3 Tekstur dan Keempukan Produk Daging

Tekstur dan keempukan merupakan sifat fisik yang sangat menentukan kualitas konsumsi produk daging. Keempukan daging dipengaruhi oleh struktur serat otot, jaringan ikat, serta tingkat denaturasi protein yang terjadi selama proses pengolahan dan pemanasan. Produk daging yang terlalu keras atau terlalu lunak umumnya kurang disukai oleh konsumen. Evaluasi tekstur dan keempukan dapat dilakukan secara subjektif melalui uji sensoris, namun untuk keperluan objektif digunakan metode instrumental. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah pengujian keempukan menggunakan alat *Warner–Bratzler Shear Force*. Metode ini mengukur gaya yang dibutuhkan untuk memotong sampel daging dan sering digunakan sebagai indikator tingkat keempukan (Sumarmono *et al.*, 2020). Selain itu, *Texture Profile Analysis* (TPA) juga banyak digunakan untuk mengevaluasi parameter tekstur seperti kekerasan, kekenyalan, kohesivitas, dan elastisitas produk daging olahan (Hunin *et al.*, 2025). Data tekstur yang diperoleh secara instrumental dapat dikaitkan dengan hasil uji sensoris untuk memperoleh gambaran mutu produk secara menyeluruh.

Pada praktik industri, evaluasi tekstur penting untuk menjaga konsistensi produk dan memenuhi preferensi konsumen.

8.3.4 Daya Ikat Air (*Water Holding Capacity*)

Daya ikat air merupakan kemampuan daging untuk mempertahankan air di dalam jaringan otot ketika dikenai gaya eksternal seperti pemotongan, pemanasan, atau tekanan. Parameter ini sangat penting karena berpengaruh terhadap *juiciness*, tekstur, serta rendemen produk daging. Daya ikat air yang rendah akan menyebabkan kehilangan cairan yang tinggi, sehingga menurunkan kualitas dan nilai ekonomi produk. Pengukuran daya ikat air dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode tekanan (*press method*), pengukuran *drip loss*, dan pengukuran *cooking loss*. Metode-metode tersebut banyak digunakan dalam penelitian dan pengendalian mutu industri. Nilai daya ikat air yang baik umumnya berkaitan dengan pH daging yang optimal serta kondisi protein yang masih mampu mengikat air secara efektif. Pada produk daging olahan, misalnya sosis dan bakso, daya ikat air juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan tambahan pangan, seperti garam, fosfat, tepung, bahkan hidrokoloid. Oleh karena itu, evaluasi daya ikat air penting dilakukan untuk memastikan kualitas produk dan efisiensi proses pengolahan.

8.3.5 Susut Masak dan Rendemen Produk

Susut masak (*cooking loss*) merupakan parameter fisik yang menunjukkan persentase kehilangan bobot produk daging selama proses pemasakan. Susut masak terjadi akibat keluarnya air dan lemak dari jaringan daging selama

pemanasan. Nilai susut masak yang tinggi umumnya menunjukkan daya ikat air yang rendah dan dapat berdampak negatif terhadap tekstur serta *juiciness* produk.

Pengukuran susut masak dilakukan dengan membandingkan bobot sampel sebelum dan sesudah pemasakan. Parameter ini banyak digunakan dalam evaluasi mutu produk daging segar maupun olahan karena berkaitan langsung dengan efisiensi produksi dan penerimaan konsumen. Pada industri, nilai susut masak yang rendah diharapkan karena dapat meningkatkan rendemen dan kualitas sensori produk. Susut masak juga digunakan sebagai indikator keberhasilan formulasi produk daging olahan. Penambahan bahan pengikat air dan pengaturan kondisi pemanasan yang tepat dapat membantu menurunkan susut masak dan meningkatkan mutu produk secara keseluruhan (Fadhlurrohman *et al.*, 2025).

8.3.6 Peran Evaluasi Mutu Fisik dalam Industri Pengolahan Daging

Evaluasi mutu fisik memiliki peran strategis dalam industri pengolahan daging sebagai bagian dari sistem pengendalian mutu. Data hasil pengujian sifat fisik digunakan untuk memantau konsistensi produk, mengevaluasi bahan baku, serta mengidentifikasi penyimpangan dalam proses produksi. Selain itu, evaluasi mutu fisik juga berfungsi sebagai dasar dalam pengembangan produk baru dan perbaikan formulasi. Kaitannya dengan standar mutu, beberapa parameter fisik produk daging telah diatur dalam SNI sebagai persyaratan minimal yang harus dipenuhi. Sementara itu,

metode pengukuran yang digunakan umumnya mengacu pada metode standar internasional atau metode yang telah divalidasi secara ilmiah. Melalui penerapan evaluasi mutu fisik yang tepat dan terstandar, industri pengolahan daging dapat menghasilkan produk yang konsisten, berkualitas, dan sesuai dengan harapan konsumen.

8.3.7 Metode Pengujian Mutu Fisik Daging (Rujukan SNI/AOAC dan Protokol Riset)

A. Prinsip Umum Pengambilan Sampel & Persiapan Uji

Agar hasil uji fisik dapat dibandingkan antar waktu/antar laboratorium, beberapa prinsip dasar harus dikendalikan:

- a. Kondisi sampel:** daging segar atau produk olahan harus berada pada kondisi suhu yang terkontrol (mis. dingin 0–4°C) sebelum diuji untuk mengurangi variasi akibat suhu.
- b. Standardisasi ketebalan/ukuran sampel:** terutama untuk uji tekstur/keempukan dan susut masak.
- c. Waktu *post-mortem*** (untuk daging segar): memengaruhi pH, warna, WHC, dan tekstur. Oleh karena itu waktu pengujian harus dicatat.
- d. Replikasi & randomisasi:** minimal duplo/triplo, urutan pengujian diacak.

Di Indonesia, prosedur uji mutu pangan (termasuk beberapa parameter pendukung mutu fisik seperti pH dan sifat dasar) sering merujuk **SNI 01-2891-1992 Cara Uji Makanan dan Minuman** (Badan Standardisasi Nasional, 1992), yang secara eksplisit menyatakan rujukan metodologi berbasis AOAC dan sumber standar lain.

B. Pengujian Warna (Instrumental, CIE L*, a*, b*)

Tujuannya menilai kecerahan (L*), kemerahan (a*), kekuningan (b*) sebagai indikator mutu visual dan stabilitas pigmen. Acuan yang umum dipakai dalam riset daging adalah *AMSA Meat Color Measurement Guidelines (Revised 2012)*. Langkah ringkas pengujian (mengacu pedoman AMSA):

- a. **Blooming time**: permukaan daging dibiarkan kontak dengan udara beberapa menit agar oksigenasi pigmen stabil (penting untuk daging segar).
- b. **Kalibrasi alat**: standar putih/hitam sesuai instrumen.
- c. **Pengukuran**: tempelkan probe pada permukaan rata (hindari lemak tebal/urat besar bila tujuannya warna otot). Lakukan beberapa titik ukur (mis. 3–5 titik) lalu rata-rata.
- d. **Pelaporan**: cantumkan jenis alat, illuminant/observer (mis. D65/10° atau sesuai instrumen), diameter aperture, serta kondisi sampel (suhu, waktu *blooming*, kemasan/atmosfer).

C. Daya Ikat Air (WHC), *Drip Loss*, dan *Purge Loss*

Tujuannya menilai kemampuan daging menahan air, yang berdampak pada *juiciness*, tekstur, rendemen, dan susut masak.

1) ***Drip Loss* (metode gravimetri)**

Metode tetes/gravimetri (berbagai variasi) dipakai luas karena sederhana dan representatif untuk kehilangan cairan selama penyimpanan dingin. Langkah umum:

- 1) Timbang sampel standar (30–80 g) → W0

- 2) Gantung/letakkan sampel dalam wadah tertutup tanpa menyentuh dinding (mencegah reabsorpsi)
- 3) Simpan pada 0–4°C selama periode tertentu (24–48 jam)
- 4) Timbang ulang → W1
- 5) $Drip\ loss\ (\%) = (W0 - W1) / W0 \times 100$
- 2) ***Press Method (Filter paper/press)* – indikator cepat WHC**

Langkah umum:

- 1) Timbang sampel kecil (0,3–1 g)
- 2) Letakkan di antara kertas saring, beri tekanan dengan beban tertentu (35 kg) selama waktu tetap (5 menit)
- 3) Ukur luas noda cairan vs luas daging (atau massa air yang keluar) sebagai indeks WHC

Metode ini populer untuk *screening* cepat di lab/kelas, meski hasilnya sangat sensitif terhadap tekanan, waktu, jenis kertas, dan massa sampel, sehingga harus distandarkan ketat.

D. Susut Masak (*Cooking Loss*) dan Rendemen

Tujuannya mengukur kehilangan bobot akibat pemanasan (air + lemak) dan memperkirakan rendemen. Langkah standar praktis:

- a. Standarkan ukuran sampel (ketebalan seragam)
- b. Timbang sebelum pemasakan → W0
- c. Masak pada metode yang ditetapkan (*water bath*/oven) sampai suhu internal target (70–75°C untuk uji tertentu)

- d. Dinginkan pada suhu ruang terkontrol, keringkan permukaan, timbang → W1
- e. $\text{Cooking loss (\%)} = (W0 - W1) / W0 \times 100$
- f. Laporkan metode pemanasan, suhu internal, lama pemasakan, serta cara pendinginan (karena berpengaruh pada hasil).

E. Tekstur dan Keempukan (*Warner-Bratzler Shear Force & TPA*)

a. *Warner-Bratzler Shear Force (WBSF)*

Tujuannya mengukur gaya geser untuk memotong daging (indikator objektif keempukan). Protokol rujukan yaitu *USDA-ARS Warner-Bratzler Shear Force Protocol*. Langkah inti:

- 1) Sampel dimasak terstandar (karena keempukan sangat dipengaruhi pemasakan)
- 2) Buat *core silinder* sejajar arah serat (umumnya beberapa *core* per sampel)
- 3) *Shear* dengan *blade Warner-Bratzler* pada kecepatan terkontrol sesuai protokol
- 4) Hasil dilaporkan sebagai N atau kgf (rata-rata beberapa *core*)

b. *Texture Profile Analysis (TPA)* untuk produk olahan

Tujuannya menilai parameter tekstur produk olahan (kekerasan, kohesivitas, *springiness*, *chewiness*). TPA sangat relevan untuk sosis, nugget, bakso, patty, dll., karena menggambarkan “kinerja kunyah” yang lebih mendekati persepsi konsumsi.

8.4 Evaluasi Mutu Kimia Produk Daging

Evaluasi mutu kimia merupakan bagian fundamental dalam penilaian kualitas produk daging karena berkaitan langsung dengan komposisi, stabilitas, nilai gizi, serta keamanan produk. Parameter kimia memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai perubahan yang terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan, yang tidak selalu dapat diamati secara visual. Oleh karena itu, evaluasi mutu kimia sering digunakan sebagai dasar ilmiah dalam pengendalian mutu dan penentuan kelayakan produk daging untuk dikonsumsi.

Mutu kimia produk daging dipengaruhi oleh berbagai faktor, mulai dari karakteristik bahan baku, proses pengolahan, penggunaan bahan tambahan pangan, hingga kondisi penyimpanan. Perubahan kimia yang terjadi dapat bersifat menguntungkan, seperti peningkatan cita rasa akibat reaksi pemanasan, maupun merugikan, seperti penurunan nilai gizi dan terbentuknya senyawa yang menyebabkan bau tidak sedap. Dengan demikian, pemahaman mengenai evaluasi mutu kimia sangat penting bagi industri pengolahan daging dan kegiatan penelitian.

8.4.1 Komposisi Kimia Produk Daging

Produk daging tersusun atas beberapa komponen kimia utama, yaitu air, protein, lemak, karbohidrat dalam jumlah kecil, serta mineral yang tercermin dalam kandungan abu. Proporsi masing-masing komponen tersebut sangat menentukan karakteristik mutu produk, baik dari sisi fisik, sensoris, maupun nilai gizinya. Daging segar umumnya

mengandung air dalam jumlah tinggi, diikuti oleh protein sebagai komponen utama, serta lemak dengan proporsi yang bervariasi tergantung jenis ternak dan potongan daging. Komposisi kimia berbagai jenis daging segar tersaji (Tabel 9.1).

Tabel 8.1. Komposisi kimia berbagai jenis daging segar

Jenis Daging	Air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Abu (%)
Sapi	72–75	18–22	2–8	1,0
Kerbau	73–76	19–22	1–3	1,0
Kambing	70–74	20–23	2–7	1,0
Domba	68–72	17–20	5–10	1,0
Ayam	70–74	18–22	2–5	1,0
Bebek	65–70	16–20	8–15	1,0
Babi	55–65	14–18	15–30	1,0

Catatan: Komposisi dapat berubah pada produk akibat penambahan bahan/proses pengolahan (pemanasan, pengeringan, emulsifikasi).

Pada produk daging olahan, komposisi kimia dapat mengalami perubahan akibat proses pengolahan dan penambahan bahan lain, seperti garam, gula, bahan pengikat, dan bumbu. Komposisi kimia yang seimbang diperlukan untuk menghasilkan produk dengan tekstur yang baik, cita rasa yang stabil, serta daya simpan yang memadai. Oleh karena itu, evaluasi komposisi kimia menjadi langkah awal dalam penilaian mutu kimia produk daging.

8.4.2 Analisis Proksimat sebagai Indikator Mutu Kimia

Analisis proksimat merupakan metode dasar yang digunakan untuk menentukan kandungan air, protein, lemak, dan abu dalam produk daging. Parameter-parameter tersebut memberikan informasi penting mengenai nilai gizi dan karakteristik produk. Kandungan air yang terlalu tinggi, misalnya, dapat menurunkan stabilitas produk dan meningkatkan risiko kerusakan mikrobiologis, sedangkan kandungan lemak yang berlebihan dapat mempercepat terjadinya oksidasi dan ketengikan. Pada konteks industri, analisis proksimat digunakan untuk memastikan bahwa komposisi produk sesuai dengan formulasi dan standar mutu yang ditetapkan. Selain itu, hasil analisis proksimat juga menjadi dasar dalam pelabelan nilai gizi produk daging olahan. Dengan demikian, evaluasi mutu kimia melalui analisis proksimat memiliki peran penting tidak hanya dalam pengendalian mutu, tetapi juga dalam pemenuhan regulasi dan informasi konsumen.

8.4.3 Nilai pH dan Perannya dalam Mutu Produk Daging

Nilai pH merupakan salah satu parameter kimia yang paling berpengaruh terhadap mutu produk daging. pH daging dipengaruhi oleh proses biokimia pasca pemotongan, khususnya konversi glikogen menjadi asam laktat. Nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menyebabkan berbagai masalah mutu, seperti perubahan warna, penurunan daya ikat air, serta peningkatan risiko pertumbuhan mikroorganisme tertentu. Pada produk daging olahan, nilai pH juga dipengaruhi oleh bahan tambahan yang digunakan,

seperti garam, fosfat, dan bahan pengasam. pH yang berada dalam rentang optimal dapat meningkatkan stabilitas protein, memperbaiki tekstur, serta memperpanjang daya simpan produk. Oleh karena itu, pengukuran pH secara rutin menjadi bagian penting dari evaluasi mutu kimia dan pengendalian proses pengolahan daging.

8.4.4 Oksidasi Lemak dan Dampaknya terhadap Mutu

Oksidasi lemak merupakan salah satu reaksi kimia utama yang menyebabkan penurunan mutu produk daging selama penyimpanan. Reaksi ini melibatkan interaksi antara asam lemak tak jenuh dengan oksigen, yang menghasilkan senyawa peroksida dan produk degradasi lainnya. Oksidasi lemak dapat menyebabkan munculnya bau tengik, perubahan rasa, serta penurunan nilai gizi produk. Produk daging yang mengandung lemak tinggi, terutama lemak tak jenuh, lebih rentan terhadap oksidasi. Faktor-faktor seperti suhu penyimpanan, paparan oksigen, cahaya, dan keberadaan prooksidan dapat mempercepat proses oksidasi. Oleh karena itu, evaluasi mutu kimia sering memasukkan parameter oksidasi lemak sebagai indikator penting dalam penilaian stabilitas produk daging.

8.4.5 Perubahan Protein dan Reaksi Kimia Selama Pengolahan

Protein merupakan komponen utama daging yang sangat berperan dalam pembentukan tekstur dan sifat fungsional produk. Selama proses pengolahan, protein dapat mengalami denaturasi akibat pemanasan, perubahan pH, atau

interaksi dengan bahan tambahan. Denaturasi protein dapat memberikan dampak positif, seperti pembentukan struktur gel yang stabil pada produk olahan, namun juga dapat berdampak negatif apabila terjadi secara berlebihan. Selain denaturasi, reaksi kimia lain seperti reaksi Maillard dapat terjadi selama pemanasan produk daging. Reaksi ini melibatkan interaksi antara asam amino dan gula pereduksi, yang menghasilkan senyawa penyumbang warna dan aroma khas produk daging matang. Meskipun reaksi Maillard berkontribusi terhadap cita rasa yang diinginkan, reaksi ini juga perlu dikendalikan agar tidak menghasilkan senyawa yang merugikan mutu dan keamanan pangan.

8.4.6 Mutu Kimia sebagai Indikator Daya Simpan dan Keamanan

Evaluasi mutu kimia memiliki peran penting dalam menentukan daya simpan dan keamanan produk daging. Perubahan parameter kimia tertentu, seperti peningkatan senyawa hasil degradasi protein dan lemak, sering digunakan sebagai indikator awal terjadinya kerusakan produk. Parameter-parameter tersebut dapat membantu industri dalam menentukan batas waktu penyimpanan yang aman dan layak bagi produk daging. Selain itu, mutu kimia juga berkaitan dengan penerimaan konsumen. Produk daging dengan perubahan kimia yang signifikan cenderung mengalami penurunan kualitas sensoris, seperti aroma tidak sedap dan rasa yang menyimpang. Oleh karena itu, evaluasi mutu kimia menjadi bagian integral dari sistem pengendalian mutu yang

bertujuan untuk menghasilkan produk daging yang aman, stabil, dan berkualitas tinggi.

8.4.7 Peran Evaluasi Mutu Kimia dalam Pengendalian Mutu Industri

Dalam industri pengolahan daging, evaluasi mutu kimia digunakan sebagai alat untuk memantau konsistensi produk dan efektivitas proses pengolahan. Data hasil evaluasi mutu kimia dapat digunakan untuk mengevaluasi formulasi produk, mengoptimalkan kondisi proses, serta mengidentifikasi penyebab penurunan mutu. Selain itu, evaluasi mutu kimia juga menjadi dasar dalam pemenuhan persyaratan standar dan regulasi pangan. Melalui penerapan evaluasi mutu kimia yang sistematis dan terintegrasi dengan evaluasi fisik dan sensoris, industri pengolahan daging dapat menghasilkan produk yang memenuhi standar mutu, aman dikonsumsi, dan diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai evaluasi mutu kimia produk daging menjadi kompetensi penting bagi akademisi, praktisi, dan pelaku industri di bidang pengolahan daging.

8.5 Evaluasi Mutu Sensoris Produk Daging

Evaluasi mutu sensoris merupakan metode penilaian kualitas produk daging yang didasarkan pada respons indera manusia terhadap karakteristik produk. Metode ini memanfaatkan kemampuan pancaindra yaitu penglihatan, penciuman, perasa, dan peraba untuk menilai atribut mutu yang tidak sepenuhnya dapat diukur secara instrumental. Pada konteks produk daging, evaluasi sensoris memiliki peran

penting karena secara langsung mencerminkan penerimaan konsumen terhadap produk. Berbeda dengan evaluasi mutu fisik dan kimia yang bersifat objektif, evaluasi sensoris bersifat subjektif namun tetap dapat dilakukan secara sistematis dan ilmiah. Melalui penerapan metodologi yang tepat, hasil uji sensoris dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian mutu, pengembangan produk, dan evaluasi stabilitas produk selama penyimpanan.

8.5.1 Konsep Dasar Evaluasi Sensoris

Evaluasi sensoris didefinisikan sebagai disiplin ilmu yang digunakan untuk membangkitkan, mengukur, menganalisis, dan menginterpretasikan respons manusia terhadap sifat-sifat produk yang dapat dideteksi oleh pancaindra. Pada produk daging, evaluasi sensoris berfokus pada penilaian atribut yang berkaitan dengan mutu konsumsi dan daya tarik produk, seperti warna, aroma, rasa, tekstur, dan kenampakan keseluruhan. Evaluasi sensoris sering digunakan sebagai indikator mutu akhir karena mencerminkan interaksi kompleks antara sifat fisik dan kimia produk dengan persepsi manusia. Oleh karena itu, uji sensoris memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan suatu produk daging di pasar.

8.5.2 Atribut Sensoris Produk Daging

Atribut sensoris merupakan karakteristik produk yang dinilai selama pengujian. Atribut utama yang umum dievaluasi pada produk daging meliputi:

1. Warna

Warna dinilai sebagai indikator mutu visual dan kesegaran produk. Perubahan warna sering dikaitkan dengan

perubahan kimia pigmen daging serta kondisi penyimpanan.

2. Aroma

Aroma mencerminkan kondisi kimia dan mikrobiologis produk. Aroma segar dan khas daging diharapkan, sedangkan aroma asam, busuk, atau tengik menunjukkan penurunan mutu.

3. Rasa

Rasa merupakan atribut sensoris yang sangat menentukan tingkat kesukaan. Rasa dipengaruhi oleh komposisi kimia, bahan tambahan, serta reaksi kimia selama proses pengolahan dan pemasakan.

4. Tekstur

Tekstur dinilai melalui sensasi di mulut, seperti keempukan, kekenyalan, dan juiciness. Tekstur sangat berkaitan dengan sifat fisik dan kimia produk daging.

5. Kenampakan keseluruhan

Merupakan penilaian umum yang menggambarkan persepsi panelis terhadap kualitas produk secara menyeluruh.

8.5.3 Jenis-Jenis Uji Sensoris

Berdasarkan tujuan pengujiannya, uji sensoris produk daging dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis:

1. Uji Diskriminatif

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan sensoris antara dua atau lebih sampel produk. Contoh uji diskriminatif meliputi uji pasangan dan uji segitiga.

2. Uji Deskriptif

Uji deskriptif bertujuan untuk menggambarkan karakteristik sensoris produk secara rinci menggunakan panelis terlatih. Hasil uji ini berupa profil sensoris yang dapat digunakan untuk membandingkan produk atau mengevaluasi pengaruh perlakuan tertentu.

3. Uji Hedonik

Uji hedonik digunakan untuk menilai tingkat kesukaan panelis terhadap produk. Uji ini umum digunakan untuk menilai penerimaan produk oleh konsumen.

8.5.4 Panelis dan Kondisi Pengujian

Panelis merupakan elemen kunci dalam evaluasi sensoris. Panelis harus berada dalam kondisi fisik dan mental yang baik serta memiliki kemampuan indera yang normal. Jumlah dan jenis panelis disesuaikan dengan jenis uji sensoris yang dilakukan. Pelaksanaan uji sensoris harus dilakukan dalam kondisi yang terkontrol untuk meminimalkan bias. Sampel disajikan dengan kode acak, dalam jumlah dan kondisi yang beragam. Lingkungan pengujian diupayakan bebas dari gangguan bau, suara, dan visual yang dapat memengaruhi penilaian panelis.

8.5.5 Skala Penilaian dan Analisis Data Sensoris

Penilaian sensoris dilakukan menggunakan skala tertentu, seperti skala intensitas atau skala kesukaan. Skala yang umum digunakan adalah skala numerik bertingkat, yang memungkinkan hasil penilaian dianalisis secara statistik. Data hasil uji sensoris dianalisis untuk memperoleh gambaran

objektif mengenai mutu produk. Analisis dapat berupa perhitungan nilai rata-rata, penyebaran data, serta pengujian perbedaan antar sampel. Interpretasi hasil uji sensoris dilakukan dengan mengaitkan data sensoris dengan parameter mutu fisik dan kimia, sehingga diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai kualitas produk daging.

8.5.6 Peran Evaluasi Sensoris dalam Pengendalian Mutu Produk Daging

Evaluasi sensoris memiliki peran strategis dalam pengendalian mutu produk daging. Metode ini digunakan untuk menilai konsistensi produk, mendeteksi perubahan mutu selama penyimpanan, serta mengevaluasi dampak proses pengolahan terhadap kualitas produk. Selain itu, evaluasi sensoris juga digunakan sebagai alat untuk menilai keberterimaan produk sebelum dipasarkan. Melalui penerapan evaluasi sensoris yang sistematis dan terintegrasi dengan evaluasi mutu fisik dan kimia, produsen dapat menghasilkan produk daging yang berkualitas tinggi dan sesuai dengan harapan konsumen. Oleh karena itu, evaluasi sensoris merupakan komponen penting dalam sistem penilaian mutu produk daging secara menyeluruh.

8.5.7 Klasifikasi Panelis dan Persyaratannya

Panelis merupakan komponen utama dalam evaluasi mutu sensoris karena berfungsi sebagai instrumen pengukuran. Kualitas data sensoris sangat ditentukan oleh kemampuan panelis dalam mendeteksi dan menilai atribut

produk secara konsisten. Oleh karena itu, klasifikasi panelis dan pemenuhan persyaratan panelis menjadi aspek krusial dalam pelaksanaan uji sensoris produk daging.

Secara umum, panelis diklasifikasikan berdasarkan tingkat pengalaman, pelatihan, dan tujuan pengujian. Setiap klasifikasi panelis memiliki persyaratan dan karakteristik yang berbeda, yang harus disesuaikan dengan jenis uji sensoris yang dilakukan.

1. Panelis Tidak Terlatih (*Untrained Panelists*)

Panelis tidak terlatih adalah individu yang tidak memiliki pelatihan khusus dalam evaluasi sensoris dan dipilih untuk mewakili konsumen umum. Panelis jenis ini umumnya digunakan dalam uji hedonik dan uji penerimaan konsumen. Karakteristik utama panelis tidak terlatih yaitu tidak memiliki pengalaman formal dalam uji sensoris, penilaian didasarkan pada preferensi pribadi, dan merepresentasikan persepsi konsumen nyata. Kelebihan dari panelis tidak terlatih antara lain hasil mencerminkan preferensi pasar, dan mudah direkrut dalam jumlah besar. Keterbatasannya yaitu variabilitas data tinggi dan sensitivitas terhadap perbedaan kecil relatif rendah. Persyaratan panelis tidak terlatih:

- a. Kondisi kesehatan baik, terutama tidak mengalami gangguan indera pengecap dan penciuman
- b. Tidak dalam kondisi lapar berlebihan atau kenyang saat pengujian
- c. Tidak sedang merokok atau mengonsumsi makanan/minuman beraroma kuat sebelum pengujian

- d. Bersedia mengikuti instruksi pengujian dengan benar
- e. Tidak memiliki alergi terhadap produk yang diuji

2. Panelis Semi Terlatih (*Semi-trained Panelists*)

Panelis semi terlatih adalah individu yang telah memperoleh pengenalan dasar mengenai evaluasi sensoris, namun belum mencapai tingkat keahlian panelis terlatih. Panelis ini sering digunakan dalam uji diskriminatif dan evaluasi sensoris sederhana. Karakteristik utama panelis semi terlatih yaitu memiliki pemahaman dasar atribut sensoris, mampu mengikuti prosedur uji dengan konsisten, dan sensitivitas lebih baik dibanding panelis tidak terlatih. Kelebihan dari panelis semi terlatih yaitu data lebih konsisten dibanding panelis tidak terlatih, dan relatif mudah disiapkan. Keterbatasannya yaitu belum mampu melakukan deskripsi sensoris mendalam, dan masih dipengaruhi preferensi pribadi. Persyaratan panelis semi terlatih:

- a. Memiliki kemampuan indera yang baik dan konsisten
- b. Mengikuti pelatihan dasar evaluasi sensoris
- c. Mampu mengenali dan membedakan atribut sensoris utama
- d. Mampu menggunakan skala penilaian dengan benar
- e. Bersedia mengikuti beberapa sesi pengujian

3. Panelis Terlatih (*Trained Panelists*)

Panelis terlatih adalah individu yang telah menjalani proses seleksi dan pelatihan intensif sehingga mampu mengevaluasi atribut sensoris secara objektif dan konsisten. Panelis ini digunakan dalam uji deskriptif dan penelitian lanjutan. Karakteristik utama panelis terlatih

antara lain memiliki sensitivitas tinggi terhadap atribut sensoris, penilaian relatif bebas dari preferensi pribadi, dan konsistensi penilaian tinggi antar sesi. Kelebihan dari panelis terlatih yaitu data presisi dan reliabel serta cocok untuk analisis ilmiah dan pengembangan produk. Sedangkan keterbatasannya yaitu membutuhkan waktu dan biaya pelatihan serta jumlah panelis relatif terbatas. Persyaratan panelis terlatih:

- a. Lulus uji seleksi indera (uji ambang rasa, bau, warna, tekstur)
- b. Mengikuti pelatihan intensif dan berkelanjutan
- c. Mampu mengidentifikasi dan mendeskripsikan atribut sensoris secara spesifik
- d. Memiliki konsistensi penilaian yang teruji secara statistik
- e. Mampu bekerja dalam tim panelis

4. Panelis Ahli (*Expert Panelists*)

Panelis ahli adalah individu dengan pengalaman dan keahlian mendalam di bidang tertentu, seperti teknologi pangan atau industri daging. Panelis ini digunakan untuk evaluasi mutu khusus dan penilaian profesional. Karakteristik utamanya antara lain memiliki pengetahuan teoritis dan praktis yang luas, mampu memberikan interpretasi sensoris mendalam, serta penilaian bersifat analitis dan diagnostik. Kelebihan dari panelis ahli yaitu analisis mutu mendalam, dan berguna untuk evaluasi profesional dan audit mutu. Sedangkan keterbatasannya yaitu jumlah panelis sangat terbatas dan tidak selalu

merepresentasikan preferensi konsumen. Persyaratan panelis ahli:

- a. Pengalaman panjang di bidang produk daging
- b. Pemahaman mendalam tentang karakteristik mutu produk
- c. Kemampuan mengaitkan hasil sensoris dengan proses dan formulasi
- d. Konsistensi dan objektivitas dalam penilaian

8.6 Hubungan Mutu Fisik, Kimia, dan Sensoris Produk Daging

Mutu produk daging merupakan hasil interaksi kompleks antara sifat fisik, kimia, dan sensoris. Ketiga aspek mutu tersebut tidak berdiri sendiri, melainkan saling memengaruhi dan bersama-sama menentukan kualitas akhir serta penerimaan produk oleh konsumen. Oleh karena itu, pemahaman mengenai hubungan antar parameter mutu sangat penting dalam evaluasi kualitas produk daging secara menyeluruh. Evaluasi mutu fisik memberikan gambaran objektif mengenai karakteristik struktural dan visual produk, seperti warna, tekstur, daya ikat air, dan susut masak. Sementara itu, evaluasi mutu kimia menjelaskan komposisi dan perubahan senyawa penyusun produk yang terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan. Evaluasi sensoris, pada akhirnya, merefleksikan bagaimana kombinasi sifat fisik dan kimia tersebut diterjemahkan oleh indera manusia menjadi persepsi mutu dan tingkat kesukaan.

8.6.1 Keterkaitan Mutu Fisik dan Mutu Kimia

Mutu fisik dan mutu kimia produk daging memiliki hubungan yang sangat erat karena sifat fisik pada dasarnya merupakan manifestasi dari kondisi kimia dan biokimia jaringan daging. Salah satu contoh paling jelas adalah hubungan antara nilai pH dan daya ikat air. Penurunan pH pasca pemotongan akibat pembentukan asam laktat dapat menyebabkan protein miofibril kehilangan kemampuan mengikat air, sehingga menurunkan daya ikat air dan meningkatkan susut masak. Warna daging juga sangat dipengaruhi oleh kondisi kimia, khususnya bentuk pigmen myoglobin dan tingkat oksidasinya. Oksidasi pigmen dari oksimioglobin menjadi metmyoglobin akan menyebabkan perubahan warna dari merah cerah menjadi cokelat, yang sering diinterpretasikan sebagai penurunan mutu. Demikian pula, oksidasi lemak tidak hanya memengaruhi mutu kimia, tetapi juga dapat menyebabkan perubahan warna dan tekstur produk. Tekstur dan keempukan daging merupakan hasil interaksi antara struktur protein, kandungan air, dan jaringan ikat. Denaturasi protein selama pemanasan dapat meningkatkan atau menurunkan keempukan tergantung pada tingkat dan kondisi pemanasan. Dengan demikian, perubahan kimia protein secara langsung tercermin pada sifat fisik produk daging.

8.6.2 Keterkaitan Mutu Kimia dan Mutu Sensoris

Mutu kimia produk daging memiliki pengaruh langsung terhadap karakteristik sensoris, terutama aroma dan rasa. Senyawa volatil hasil oksidasi lemak dan degradasi protein

merupakan kontributor utama aroma produk daging. Pada tingkat tertentu, senyawa-senyawa ini memberikan aroma khas yang diinginkan, namun pada tingkat yang lebih tinggi dapat menyebabkan bau tengik atau tidak sedap. Nilai pH juga berpengaruh terhadap persepsi rasa dan tekstur. Produk daging dengan pH yang terlalu rendah dapat memberikan kesan rasa asam dan tekstur yang kering, sedangkan pH yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko terbentuknya rasa dan aroma yang tidak diinginkan akibat aktivitas mikrobiologis. Selain itu, reaksi *Maillard* yang terjadi selama pemanasan menghasilkan senyawa penyumbang rasa dan aroma khas produk daging matang, yang sangat menentukan penerimaan sensoris. Komposisi kimia, khususnya kandungan lemak, juga berperan penting dalam pembentukan rasa dan juiciness. Lemak berfungsi sebagai pembawa rasa (*flavor carrier*) dan memberikan sensasi mulut yang menyenangkan. Oleh karena itu, perbedaan kandungan lemak antar produk sering kali tercermin secara nyata dalam hasil uji sensoris.

8.6.3 Keterkaitan Mutu Fisik dan Mutu Sensoris

Mutu fisik produk daging sangat memengaruhi persepsi sensoris, terutama atribut visual dan tekstural. Warna merupakan atribut sensoris pertama yang dinilai konsumen dan sering menjadi dasar keputusan pembelian. Produk dengan warna yang tidak sesuai ekspektasi, meskipun aman dan bergizi, cenderung ditolak oleh konsumen. Tekstur dan keempukan yang diukur secara instrumental berkorelasi dengan persepsi keempukan dan kenyamanan saat dikonsumsi. Produk daging dengan nilai keempukan yang baik

secara fisik umumnya memperoleh skor sensoris tekstur yang tinggi. Demikian pula, daya ikat air yang baik akan menghasilkan produk yang lebih juicy dan disukai oleh panelis. Susut masak yang tinggi tidak hanya menurunkan rendemen produk, tetapi juga berdampak pada penurunan juiciness dan kepuasan konsumsi. Dengan demikian, parameter fisik dapat digunakan sebagai prediktor awal terhadap mutu sensoris produk daging.

8.6.4 Pendekatan Terpadu dalam Evaluasi Mutu Produk Daging

Pendekatan evaluasi mutu yang terpadu, dengan mengombinasikan pengujian fisik, kimia, dan sensoris, memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kualitas produk daging. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi penyebab penurunan mutu secara lebih akurat serta perumusan strategi perbaikan yang efektif. Pada penelitian dan industri, data dari ketiga aspek mutu sering dianalisis secara bersama untuk memahami hubungan sebab-akibat antara proses pengolahan dan kualitas produk. Pendekatan terpadu juga mendukung pengambilan keputusan yang berbasis bukti ilmiah, baik dalam pengembangan produk baru maupun pengendalian mutu produk yang sudah ada.

8.6.5 Implikasi Hubungan Antar Mutu terhadap Pengendalian Kualitas

Pemahaman hubungan antara mutu fisik, kimia, dan sensoris memiliki implikasi penting dalam pengendalian mutu

produk daging. Dengan mengetahui keterkaitan antar parameter, produsen dapat menentukan indikator mutu kunci yang perlu dipantau secara rutin. Sebagai contoh, pengendalian pH dan oksidasi lemak dapat digunakan sebagai langkah preventif untuk menjaga warna, aroma, dan tekstur produk. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan efisiensi dalam pengujian mutu dengan memanfaatkan parameter tertentu sebagai indikator awal terhadap perubahan mutu yang lebih luas. Dengan demikian, integrasi evaluasi mutu fisik, kimia, dan sensoris menjadi strategi penting dalam menghasilkan produk daging yang berkualitas tinggi, stabil, dan diterima oleh konsumen.

8.7 Penerapan Evaluasi Mutu dalam Industri Pengolahan Daging

Evaluasi mutu produk daging merupakan bagian integral dari sistem pengendalian dan jaminan mutu dalam industri pengolahan daging. Penerapan evaluasi mutu yang sistematis bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar mutu yang ditetapkan, aman dikonsumsi, serta konsisten dari waktu ke waktu. Dalam praktik industri, evaluasi mutu tidak hanya dilakukan pada produk akhir, tetapi juga pada setiap tahapan proses produksi, mulai dari penerimaan bahan baku hingga distribusi produk. Pendekatan evaluasi mutu yang komprehensif melibatkan pengujian mutu fisik, kimia, dan sensoris secara terintegrasi. Data yang diperoleh dari ketiga aspek tersebut digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian proses, perbaikan kualitas, dan pengembangan produk.

8.7.1 Evaluasi Mutu sebagai Bagian dari Pengendalian Proses

Dalam industri pengolahan daging, evaluasi mutu digunakan sebagai alat pengendalian proses (*process control*). Pengujian mutu fisik dan kimia pada bahan baku daging segar dilakukan untuk memastikan kesesuaian bahan dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Parameter seperti pH, warna, dan daya ikat air sering digunakan sebagai indikator awal kualitas bahan baku.

Selama proses pengolahan, evaluasi mutu dilakukan untuk memantau konsistensi produk dan mendeteksi penyimpangan proses. Contohnya, pengukuran pH dan tekstur pada produk antara dapat digunakan untuk menilai efektivitas pencampuran, pemanasan, atau penggunaan bahan tambahan. Dengan pemantauan yang berkelanjutan, industri dapat segera melakukan tindakan korektif apabila terjadi penurunan mutu.

8.7.2 Peran Evaluasi Mutu dalam Sistem Jaminan Mutu dan Keamanan Pangan

Evaluasi mutu memiliki peran penting dalam sistem jaminan mutu dan keamanan pangan, seperti *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP). Melalui sistem ini, hasil evaluasi mutu digunakan untuk mengidentifikasi dan memantau titik kendali kritis yang berpotensi memengaruhi kualitas dan keamanan produk. Parameter mutu tertentu, seperti perubahan warna, pH, atau aroma, dapat menjadi indikator awal terjadinya masalah keamanan pangan. Dengan demikian, evaluasi mutu berfungsi sebagai alat pendukung

dalam pencegahan bahaya dan pengendalian risiko. Selain itu, data evaluasi mutu juga digunakan untuk memenuhi persyaratan audit dan sertifikasi mutu yang diterapkan oleh otoritas dan lembaga sertifikasi.

8.7.3 Evaluasi Mutu dalam Pengembangan dan Inovasi Produk

Evaluasi mutu merupakan komponen kunci dalam pengembangan dan inovasi produk daging. Dalam tahap formulasi produk baru, pengujian mutu fisik, kimia, dan sensoris digunakan untuk mengevaluasi pengaruh komposisi bahan dan kondisi proses terhadap kualitas produk. Hasil evaluasi ini membantu peneliti dan pengembang produk dalam memilih formulasi yang optimal. Pada tahap uji coba dan skala pilot, evaluasi mutu digunakan untuk membandingkan produk baru dengan produk pembanding atau standar industri. Pendekatan ini memastikan bahwa produk inovatif tidak hanya memenuhi persyaratan mutu dan keamanan, tetapi juga memiliki karakteristik sensoris yang dapat diterima oleh konsumen.

8.7.4 Evaluasi Mutu untuk Menjaga Konsistensi dan Daya Saing Produk

Konsistensi mutu merupakan salah satu faktor utama dalam membangun kepercayaan konsumen dan menjaga daya saing produk di pasar. Evaluasi mutu yang dilakukan secara rutin memungkinkan industri untuk mengendalikan variasi produk yang disebabkan oleh perbedaan bahan baku, kondisi proses, atau penyimpanan. Berdasarkan data evaluasi

mutu yang terdokumentasi dengan baik, industri dapat melakukan analisis tren mutu dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi fluktuasi kualitas produk. Informasi ini sangat berharga dalam upaya peningkatan mutu berkelanjutan dan efisiensi produksi. Produk daging dengan mutu yang konsisten cenderung lebih mudah diterima oleh pasar dan memiliki daya saing yang lebih tinggi.

8.8 Penutup

Evaluasi mutu produk daging merupakan proses penting yang bertujuan untuk menilai dan menjamin kualitas produk secara menyeluruh. Dalam bab ini telah dibahas secara komprehensif konsep, parameter, dan penerapan evaluasi mutu fisik, kimia, dan sensoris pada produk daging. Ketiga aspek mutu tersebut saling berkaitan dan bersama-sama menentukan kualitas akhir, stabilitas, keamanan, serta tingkat penerimaan produk oleh konsumen. Mutu fisik produk daging mencerminkan karakteristik struktural dan visual, seperti warna, tekstur, daya ikat air, dan susut masak, yang berperan penting dalam persepsi awal konsumen dan efisiensi proses pengolahan. Mutu kimia memberikan gambaran mengenai komposisi dan perubahan senyawa penyusun produk, termasuk kandungan air, protein, lemak, nilai pH, serta reaksi kimia yang terjadi selama pengolahan dan penyimpanan. Sementara itu, mutu sensoris merepresentasikan respons indera manusia terhadap kombinasi sifat fisik dan kimia produk, yang secara langsung menentukan penerimaan dan preferensi konsumen.

Pembahasan mengenai metode pengujian mutu fisik dan kimia menunjukkan pentingnya penggunaan prosedur analisis yang terstandar, seperti metode AOAC dan SNI, untuk memperoleh hasil yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Evaluasi sensoris, meskipun bersifat subjektif, dapat memberikan data yang valid apabila dilakukan dengan metodologi yang tepat, termasuk pemilihan panelis yang sesuai, pengendalian kondisi pengujian, dan analisis data yang sistematis. Hubungan antara mutu fisik, kimia, dan sensoris menegaskan bahwa penilaian kualitas produk daging tidak dapat dilakukan secara parsial. Perubahan pada satu aspek mutu akan memengaruhi aspek lainnya dan pada akhirnya tercermin dalam persepsi konsumen. Oleh karena itu, pendekatan evaluasi mutu yang terpadu menjadi sangat penting dalam pengendalian kualitas dan pengembangan produk daging.

Pada konteks industri pengolahan daging, penerapan evaluasi mutu berperan sebagai alat pengendalian proses, jaminan mutu, serta dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan dan inovasi produk. Dengan pemahaman yang baik mengenai evaluasi mutu produk daging, diharapkan pelaku industri, peneliti, dan akademisi dapat menghasilkan produk daging yang berkualitas tinggi, aman dikonsumsi, konsisten, dan mampu bersaing di pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2891-1992. Cara uji makanan dan minuman. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). *SNI 3818 Bakso Daging. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 3820:2015 Sosis daging. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta*.
- Fadhlurrohman, I., Andeyani, L., Belvayuna, N., Fauziyanto, R., Arkan, N. D., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2025). Pemanfaatan Enzim Transglutaminase dalam Pengembangan Produk Sosis dari Berbagai Bahan Baku Daging: Review. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 15(2), 98–104. <https://doi.org/10.26714/jpg.15.2.2025.98-104>
- Fadhlurrohman, I., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2023a). Development of Cheese as an Antioxidant Functional Food with the Addition of Orthodox Black Tea. *Tropical Animal Science Journal*, 46(3), 367–374. <https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.3.367>
- Fadhlurrohman, I., Setyawardani, T., & Sumarmono, J. (2023b). Karakteristik Warna (Hue, Chroma, Whiteness Index), Rendemen, dan Persentase Whey Keju dengan Penambahan Teh Hitam Orthodox (*Camellia sinensis* var. *assamica*). *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 8(1), 10–19. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v8i1.8133>
- Hunin, T., Mohamed, A., Sumarmono, J., Fatoni, A., & Abdelgadir, A. Z. (2025). Improving Goat Meat

(Longissimus Muscle) Tenderization by Using Moringa Oleifera Leaves. *E3S Web of Conferences*, 609, 02007. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/e3sconf/202560902007>

Sumarmono, J., Rahardjo, D. H. A., & Setyawardani, T. (2020). Firmness dan Warner-Bratzler Shear Force Sosis Fermentasi yang terbuat dari Daging Sapi dan Ayam dengan Penambahan Pasta Kefir. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Agribisnis Peternakan VII*, 67–73.

BAB 9

PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN PRODUK DAGING

9.1 Pendahuluan

Pengemasan dan penyimpanan daging yang tepat adalah kunci utama untuk menjaga kualitas, keamanan, dan kesegaran daging. Tanpa perlakuan yang benar, daging sangat rentan terhadap kontaminasi bakteri, pembusukan, dan oksidasi yang dapat mengubah rasa, tekstur, bahkan membuatnya tidak layak konsumsi. Pengemasan yang baik berfungsi sebagai penghalang fisik, melindungi daging dari paparan udara, kelembaban, dan mikroorganisme berbahaya dari lingkungan luar. Ini juga membantu mencegah kehilangan cairan yang dapat menyebabkan daging menjadi kering dan kurang menarik. Pengemasan memiliki peran penting dalam mencegah atau mengurangi kerusakan terjadi pada suatu produk yang akan dikemas, terutama produk bahan makanan (Zhou et al., 2010). Penyimpanan pada suhu yang tepat, terutama pendinginan atau pembekuan, secara signifikan memperlambat pertumbuhan bakteri dan reaksi enzimatik yang menyebabkan pembusukan, sehingga memperpanjang umur simpan daging dan mempertahankan kandungan nutrisi daging.

Pengemasan dan penyimpanan yang benar juga berkontribusi pada keamanan pangan dan efisiensi rantai pasok. Daging yang dikemas dan disimpan dengan baik akan memiliki risiko lebih rendah untuk menyebabkan penyakit bawaan makanan, melindungi konsumen dari potensi bahaya kesehatan. Bagi produsen dan penjual, ini berarti mengurangi kerusakan daging, menjaga reputasi dan memenuhi standar higienitas yang ketat. Dengan demikian, investasi pada teknik pengemasan dan penyimpanan yang efektif bukan hanya tentang menjaga kesegaran, tetapi juga tentang memastikan keberlanjutan bisnis dan kepercayaan konsumen terhadap produk daging yang disajikan.

9.2 Tujuan Pengemasan Produk Daging

1. Pengemasan produk daging memiliki peran penting, bukan hanya sekedar pembungkus. Tujuan utamanya adalah melindungi produk dari kontaminasi eksternal dan kerusakan fisik. Daging sebagai produk yang sangat mudah rusak, rentan terhadap kontaminasi mikroorganisme, kotoran dan bau asing yang dapat mempersingkat masa simpannya dan membahayakan kesehatan konsumen. Kemasan yang dirancang dengan baik berfungsi sebagai penghalang fisik, menjaga integritas produk dari titik produksi hingga ke tangan konsumen. Kemasan juga melindungi daging dari kerusakan mekanis seperti memar atau sobekan selama penanganan, pengemasan, transportasi dan memastikan produk tetap dalam kondisi optimal saat tiba di tujuan. Khusus untuk produk pangan sensitif seperti daging,

- penting untuk secara optimal menyesuaikan sistem pengemasan dengan isi produk agar mampu menawarkan pangan yang sehat dan aman bagi konsumen (Schmid et al., 2016).
2. Pengemasan produk daging, bertujuan memperpanjang masa simpan dan mempertahankan kualitas sensori. Berbagai teknik pengemasan seperti pengemasan vakum, pengemasan dalam atmosfer termodifikasi (MAP), atau penggunaan bahan kemasan yang memiliki sifat penghalang oksigen tinggi, membantu memperlambat proses oksidasi dan pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan, sehingga kesegaran, warna, tekstur, dan aroma daging dapat dipertahankan lebih lama, mengurangi pemborosan dan meningkatkan nilai ekonomis produk. Pengemasan sangat penting, karena sifat daging yang mudah busuk selama proses distribusi dalam rantai pasokan.
 3. Pengemasan produk, sebagai media informasi dan alat pemasaran yang efektif. Kemasan adalah "wajah" produk di rak toko, yang menyediakan ruang untuk informasi penting seperti tanggal produksi, kandungan nutrisi, masa kadaluwarsa, dan sertifikasi halal atau keamanan pangan. Informasi ini sangat penting bagi konsumen untuk membuat keputusan membeli dari informasi dan memastikan penanganan produk yang aman di rumah. Dari segi pemasaran, desain kemasan yang menarik, branding yang kuat, dan visual yang menggugah selera dapat menarik perhatian konsumen, membangun loyalitas

merek dan membedakan produk dari pesaing di pasar yang kompetitif.

9.3 Jenis-jenis Bahan Kemasan Daging

Beragam jenis bahan kemasan digunakan untuk daging, masing-masing dengan keunggulan dan fungsinya sendiri dalam menjaga kesegaran dan kualitas produk.

1. Plastik merupakan salah satu bahan yang paling umum digunakan karena fleksibilitas, bobot ringan dan kemampuannya untuk menciptakan segel kedap udara. Jenis plastik yang sering dipakai meliputi *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), dan *polyvinyl chloride* (PVC). Kemasan plastik dapat berbentuk *vacuum packaging* untuk menghilangkan oksigen dan memperpanjang masa simpan, atau *modified atmosphere packaging* (MAP) yang mengubah komposisi gas di dalam kemasan untuk menghambat pertumbuhan mikroba. Berbagai jenis plastik digunakan, masing-masing dengan properti penghalang (*barrier property*) yang berbeda terhadap gas (oksigen, karbon dioksida), uap air, dan aroma. Penggunaan plastik yang tidak sesuai persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan (Nurhasanah et al., 2022), karena dapat mengakibatkan pemicu kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh manusia (karsinogenik). Selain itu plastik pada umumnya sulit untuk didegradasikan (diuraikan) oleh mikro organisme (Nurhasanah et al., 2020).

Polimer yang paling umum digunakan untuk kemasan makanan adalah polietilen densitas rendah (PE-LD),

densitas tinggi polietilen (PE-HD), polipropilen (PP), dan poliamida (PA) (Sengupta & Han, 2013), Poliester (PET), PVC, *poli vinylidene chloride* (PVdC), *polystyrene* (PS), dan *ethylene/vinyl acetate* (EVAC) juga digunakan dengan makanan (Marsh & Bugusu, 2007). Jenis plastik yang digunakan:

a. Polietilen (PE):

- 1) *Low-Density Polyethylene* (LDPE): Fleksibel, bening, harga murah, baik sebagai penghalang uap air tetapi buruk sebagai penghalang oksigen. Umum untuk kemasan daging beku atau segar untuk konsumsi cepat.
- 2) *High-Density Polyethylene* (HDPE): Lebih kaku, buram, lebih kuat, baik sebagai penghalang uap air dan cukup baik sebagai penghalang oksigen dibandingkan LDPE. Digunakan untuk nampan atau wadah.

b. Polipropilen (PP): Lebih kaku dari PE, tahan panas, baik sebagai penghalang uap air. Sering digunakan untuk nampan yang bisa dipanaskan di microwave.

c. Polivinil Klorida (PVC): Bening, dapat meregang, dan memiliki permeabilitas oksigen yang tinggi, sering digunakan untuk *cling film* pada daging segar di display toko untuk mempertahankan warna merah cerah.

d. Polietilen Tereftalat (PET): Kaku, bening, kuat, baik sebagai penghalang gas dan uap air. Sering digunakan untuk wadah kaku atau lapisan pada film laminasi.

- e. Poliviniliden Klorida (PVDC): Sangat baik sebagai penghalang oksigen dan uap air. Sering digunakan sebagai lapisan (*coating*) pada film lain (misalnya OPP/PVDC) untuk meningkatkan sifat penghalang.
 - f. Nilon (Poliamida): Kuat, tahan tusukan, dan baik sebagai penghalang oksigen. Sering dikombinasikan dengan PE untuk kemasan vakum atau MAP.
 - g. *Ethyl Vinyl Alcohol* (EVOH): Sangat baik sebagai penghalang oksigen, namun sensitif terhadap kelembaban. Umumnya digunakan sebagai lapisan di antara lapisan plastik lain dalam struktur multilapis.
2. Kertas dan karton umumnya digunakan sebagai kemasan sekunder (*outer packaging*) atau untuk membungkus produk daging olahan seperti sosis atau daging asap yang telah dikemas primer. atau untuk daging beku yang akan dimasak dalam kemasan (seperti *oven-ready meals*), sering dilapisi dengan bahan lain (seperti plastik atau *wax*) untuk meningkatkan ketahanan terhadap lemak dan kelembaban; Bisa dilapisi dengan plastik atau lilin untuk meningkatkan ketahanan terhadap lemak atau air, contoh: Kotak untuk sosis, bungkus burger.
- Logam, khususnya kaleng, sering digunakan untuk produk daging olahan atau kalengan karena memberikan penghalang yang sangat baik terhadap oksigen, cahaya dan kontaminan eksternal, sehingga masa simpannya sangat panjang. Kaca (botol) juga kadang digunakan untuk produk daging olahan tertentu, untuk menambah estetika, meskipun kurang umum karena sifatnya yang berat dan gampang pecah. Pemilihan bahan kemasan

sangat bergantung pada jenis daging, metode pengawetan dan tujuan akhir produk.

Logam (Kaleng Aluminium atau Baja): Menyediakan perlindungan yang sangat baik dari cahaya, oksigen, dan mikroorganisme; Digunakan terutama untuk produk daging kalengan yang diawetkan melalui sterilisasi (misalnya kornet, sarden, daging olahan siap makan); Memiliki umur simpan sangat panjang.

Kaca: Memberikan penghalang yang sangat baik terhadap gas dan uap air; Inert (tidak bereaksi dengan produk) dan transparan; Umumnya digunakan untuk produk daging olahan dalam bentuk pasta atau olahan khusus (misalnya pate, selai daging); Kelemahannya adalah berat dan rentan pecah. Pemilihan kombinasi bahan kemasan (misalnya film berlapis-lapis/laminasi) sering dilakukan untuk menggabungkan sifat-sifat terbaik dari setiap material dan menciptakan kemasan dengan kinerja optimal untuk produk daging tertentu.

9.4 Metode Pengemasan Daging

Pengemasan daging adalah langkah krusial untuk menjaga kualitas dan memperpanjang masa simpannya. Berbagai metode pengemasan tersedia, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya. Pemilihan metode pengemasan sangat bergantung pada jenis daging, tujuan penyimpanan (jangka pendek atau jangka panjang) dan jalur distribusinya untuk memastikan keamanan dan kualitas produk hingga ke tangan konsumen. Daging mudah sekali mengalami kerusakan mikrobiologi seperti perubahan bentuk,

adanya lendir, perubahan tekstur, menimbulkan bau dan rasa dikarenakan kandungan gizi dan kadar airnya yang tinggi (Nurfawaidi et al., 2018). Kerusakan pada daging pasca penyembelihan dapat disebabkan tiga faktor yakni: faktor biologis (akibat mikrobiologi), faktor oksidasi (zat kimia), dan faktor dehidrasi dan enzimatis (Aidani et al., 2014). Metode pengemasan daging yaitu:

1. Pengemasan vakum menjadi pilihan populer karena menghilangkan udara di sekitar daging, menghambat pertumbuhan bakteri aerobik, dan mencegah oksidasi lemak yang menyebabkan ketengikan. Pengemasan vakum adalah metode di mana udara di dalam kemasan dihilangkan sepenuhnya sebelum kemasan disegel. Ini menciptakan lingkungan anaerobik (tanpa oksigen) di sekitar produk daging.

Prinsip Kerja: Oksigen adalah faktor utama yang memicu pertumbuhan bakteri aerobik pembusuk, oksidasi lemak, dan perubahan warna (misalnya, menjadi coklat keabuan pada daging merah). Dengan menghilangkan oksigen, pertumbuhan mikroorganisme aerobik sangat terhambat, dan laju oksidasi berkurang secara signifikan.

Manfaat: Memperpanjang Umur Simpan: Sangat efektif memperpanjang umur simpan daging segar dan olahan hingga beberapa minggu atau bulan di bawah kondisi pendinginan; Mencegah Pembakaran Beku (Freezer Burn): Pada daging beku, vakum mencegah kontak langsung udara dingin dengan permukaan daging, mengurangi dehidrasi dan oksidasi yang menyebabkan *freezer burn*; Mempertahankan Kualitas: Membantu menjaga

kelembaban, rasa, dan nutrisi daging; Mengurangi Ruang: Kemasan menjadi lebih ringkas;

Kekurangan: Dapat menyebabkan perubahan warna pada daging merah segar menjadi keunguan atau coklat karena tidak adanya oksigen untuk mempertahankan myoglobin dalam bentuk oxymyoglobin. Warna akan kembali merah cerah saat kemasan dibuka dan terpapar udara; Tidak sepenuhnya menghentikan pertumbuhan bakteri anaerobik atau pembusukan oleh enzim.

Aplikasi: Sangat umum untuk daging segar (potongan primal, sub-primal), daging olahan seperti sosis, bakso, ham, dan produk daging beku.

2. Pengemasan atmosfer termodifikasi (Modified Atmosphere Packaging/MAP) menggunakan campuran gas tertentu (misalnya, oksigen, karbon dioksida, dan nitrogen) untuk menciptakan lingkungan yang optimal bagi daging, memperlambat proses pembusukan, dan menjaga warna merah segar. Pengemasan Atmosfer Termodifikasi (Modified Atmosphere Packaging - MAP) melibatkan penggantian udara di dalam kemasan dengan campuran gas tertentu (biasanya oksigen, karbon dioksida, dan/atau nitrogen) yang disesuaikan dengan jenis produk daging.

Prinsip Kerja: Tujuan MAP adalah menciptakan atmosfer optimal di sekitar produk untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan memperlambat reaksi kimia yang merugikan. Oksigen (O₂): Kadar oksigen tinggi (misalnya 60-80%) digunakan untuk daging merah segar guna mempertahankan warna

merah cerah (oxymyoglobin). Kadar oksigen rendah (0-5%) digunakan untuk produk yang rentan oksidasi atau produk olahan; Karbon Dioksida (CO₂): Memiliki sifat bakteriostatik dan fungistatik, artinya dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. Konsentrasi tinggi (misalnya 20-30% atau lebih) dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme aerobik. Namun, kadar CO₂ yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan warna atau rasa asam; Nitrogen (N₂): Gas inert (tidak reaktif) yang digunakan sebagai pengisi untuk mencegah kemasan kolaps dan sebagai pengganti oksigen jika kadar O₂ rendah diinginkan.

Manfaat: Kontrol Warna: Khususnya untuk daging merah segar, MAP dengan O₂ tinggi dapat mempertahankan warna merah cerah yang menarik; Memperpanjang Umur Simpan: Lebih lama daripada pengemasan udara biasa, namun seringkali sedikit lebih pendek dari vakum untuk produk tertentu; Mengurangi Perubahan Fisik: Mempertahankan bentuk produk;

Kekurangan: Membutuhkan peralatan yang lebih canggih dan bahan kemasan dengan permeabilitas gas yang terkontrol; Pemilihan campuran gas harus tepat, kesalahan dapat mempercepat kerusakan.

Aplikasi: Umum untuk daging merah segar yang dijual di supermarket (potongan steak, giling), daging unggas, dan daging olahan iris (sosis, ham).

3. Pengemasan kulit (skin packaging) Metode pengemasan di mana lapisan film plastik tipis dipanaskan dan menyusut di atas produk, kemudian menempel pada papan berlapis

perekat yang diaktifkan oleh panas. Proses ini menciptakan segel yang rapat di sekitar produk, melindunginya dari kontaminasi dan kerusakan. Pengemasan Kulit (Vacuum Skin Packaging - VSP) adalah metode di mana film plastik yang tipis, fleksibel, dan sangat transparan dipanaskan dan ditarik rapat ke sekeliling produk, membentuk "kulit" kedua yang menempel erat pada setiap kontur produk. Udara di antara film dan produk dihilangkan sepenuhnya, mirip dengan pengemasan vakum.

Prinsip Kerja: Film yang digunakan adalah film yang dapat "bernapas" (semi-permeable) atau film penghalang tinggi, tergantung kebutuhan. Panas dan vakum membuat film menyesuaikan diri dengan bentuk produk, menghilangkan kantung udara.

Manfaat: Tampilan Premium: Memberikan presentasi produk yang sangat menarik, karena produk terlihat jelas tanpa kerutan pada kemasan; Umur Simpan Lebih Panjang: Mirip dengan vakum, ia menghambat pertumbuhan mikroorganisme aerobik dan oksidasi; Mencegah Pergerakan Produk: Produk terfiksasi erat, mencegah pergeseran atau kerusakan selama transportasi; Mengurangi Cairan Eksudat (Drip): Mengurangi keluarnya cairan dari daging; Pembekuan yang Lebih Baik: Sangat baik untuk produk yang akan dibekukan, mencegah *freezer burn*.

Kekurangan: Membutuhkan mesin VSP khusus; Biaya film dan proses bisa lebih tinggi.

Aplikasi: Sangat populer untuk potongan daging premium (steak, iga), daging dengan tulang, ikan, dan produk olahan daging yang ingin menampilkan bentuk aslinya.

4. Pengemasan segel panas (Heat Sealing) Metode penyegelan kemasan dengan cara memanaskan dan menekan dua lapisan bahan termoplastik agar saling melekat. Proses ini menciptakan segel yang kuat dan kedap udara, melindungi produk dari kontaminasi dan kerusakan lingkungan.
5. Pengemasan tray, Metode yang banyak digunakan dalam industri makana. Tray terbuat dari plastik, styrofoam, atau bahan komposit lainnya, didesain untuk menahan dan melindungi produk, sekaligus memungkinkan visibilitas yang baik bagi konsumen. Fleksibilitas tray sebagai kemasan membuatnya ideal untuk produk segar seperti buah, sayuran, daging dan makanan siap saji, karena mampu menjaga bentuk dan kualitas produk selama transportasi dan penyimpanan. Proses pengemasannya sering melibatkan penempatan produk di dalam tray, diikuti dengan penyegelan menggunakan film plastik (seperti *stretch film* atau *cling wrap*) atau penutup khusus, sehingga menciptakan lingkungan yang higienis dan memperpanjang masa simpan produk. Penggunaan tray juga memudahkan penataan dan presentasi produk di rak pajangan, menjadikannya pilihan yang efisien dan efektif untuk memenuhi kebutuhan pasar. Metode pengemasan paling dasar yang sering dikombinasikan dengan metode lain adalah pengemasan segel panas (heat sealing), seringkali dengan menggunakan nampan (tray).

Pengemasan Segel Panas: Prinsip Kerja: Menggunakan panas untuk melelehkan dan menyatukan dua lapisan film termoplastik atau film ke permukaan wadah. Ini menciptakan segel kedap udara atau kedap cairan; Aplikasi: Hampir semua bentuk kemasan daging modern melibatkan segel panas, baik pada kemasan vakum, MAP, VSP, maupun kemasan sederhana. Ini adalah cara paling efektif untuk menutup kemasan.

Penggunaan Nampan (Tray): Prinsip Kerja: Daging (misalnya potongan ayam, steak, daging giling) diletakkan di dalam nampan berbahan polistiren (EPS), polipropilen (PP), atau PET. Nampan kemudian ditutup dengan film perekat (cling film) atau film yang disegel panas ke tepi nampan.

Manfaat: Struktur dan Perlindungan Fisik: Nampan memberikan bentuk dan melindungi produk dari benturan; **Penyerapan Cairan:** Beberapa nampan dilengkapi dengan bantalan penyerap (absorbent pad) di bagian bawah untuk menyerap eksudat dari daging; **Presentasi:** Memberikan tampilan yang rapi di rak display.

Kekurangan: Pengemasan nampan sederhana dengan *cling film* memiliki permeabilitas oksigen yang tinggi, sehingga umur simpan produk sangat pendek; Kurang efektif dalam mengontrol atmosfer di sekitar produk kecuali jika digabungkan dengan MAP.

Aplikasi: Umum untuk daging segar yang dijual di supermarket dengan perputaran cepat, seperti potongan ayam, daging giling, atau irisan daging sapi. Seringkali, nampan ini kemudian digunakan dalam sistem MAP.

Kelebihan Dan Kekurangan Kemasan Plastik

Kelebihan Kemasan plastik, memiliki keunggulan teknis yang signifikan karena sifat polimernya yang ringan namun memiliki durabilitas tinggi. Secara molekuler, plastik dirancang untuk memiliki rantai polimer yang kuat sehingga mampu memberikan perlindungan optimal terhadap benturan fisik serta kontaminasi mikroba. Rasio kekuatan terhadap berat yang rendah menjadikan plastik pilihan efisien untuk distribusi logistik, karena dapat menekan emisi karbon selama transportasi dibandingkan dengan material yang lebih berat seperti kaca atau logam.

Selain aspek mekanis, plastik menawarkan fleksibilitas fungsional melalui sifat penghalang (*barrier properties*) yang dapat disesuaikan. Melalui penyesuaian komposisi kimia, plastik dapat dirancang untuk menjadi kedap oksigen, uap air, maupun sinar ultraviolet, yang sangat krusial dalam memperpanjang masa simpan produk pangan dan farmasi. Kemampuan termoplastiknya juga memungkinkan material ini dibentuk menjadi berbagai desain kompleks melalui proses *injection molding* atau *extrusion*, memberikan efisiensi produksi massal yang sulit ditandingi oleh material kemasan konvensional lainnya.

Kekurangan plastik, kekurangan fundamental terkait persistensi lingkungannya yang ekstrem. Sebagian besar plastik sintetis bersifat non-biodegradable karena memiliki struktur ikatan karbon yang sangat stabil, sehingga mikroorganisme di alam kesulitan memutus rantai polimer tersebut. Akibatnya, sampah plastik dapat bertahan di lingkungan selama ratusan tahun, mengalami degradasi fisik

menjadi mikroplastik yang dapat mengontaminasi rantai makanan dan mengganggu ekosistem akuatik maupun terestrial.

Dari sisi keamanan kesehatan, penggunaan plastik tertentu juga berisiko menyebabkan migrasi zat kimia berbahaya dari mikro plastik ke dalam produk yang dikemas. Senyawa aditif seperti *bisphenol A* (BPA) dan *phthalates*, yang sering digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas atau daya tahan plastik, bersifat *endocrine disruptors* yang dapat mengganggu sistem hormonal manusia. Risiko peluruhan zat kimia ini meningkat drastis jika kemasan terpapar suhu tinggi atau digunakan secara berulang pada plastik sekali pakai, sehingga memerlukan regulasi ketat dan pemilihan jenis polimer yang tepat untuk menjamin keamanan konsumen.

9.5 Prinsip Dasar Penyimpanan Daging

Penyimpanan daging yang benar bertujuan menjaga kualitas, keamanan dan kandungan nutrisinya. Prinsip utamanya adalah mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan dan keracunan makanan. Penyimpanan daging dilakukan untuk menjaga suhu rendah, baik melalui pendinginan (*chilling*) untuk penyimpanan jangka pendek atau pembekuan (*freezing*) untuk jangka panjang. Selain suhu, kebersihan yang ketat (*sanitasi*) sangat penting untuk mencegah kontaminasi silang dari bakteri berbahaya. Daging juga harus dilindungi dari paparan udara untuk mencegah oksidasi dan *freezer burn* kondisi di mana makanan beku kehilangan kelembapannya karena terpapar udara kering di dalam freezer, menyebabkan

perubahan pada tekstur dan rasa makanan. Ini terjadi karena molekul air dalam makanan berubah menjadi kristal es dan berpindah ke permukaan, membuat makanan terlihat kering dan memiliki bercak-bercak putih atau seperti luka bakar. Penyimpanannya diatur agar tidak terkontaminasi oleh bahan lain dan mempermudah sirkulasi udara dingin yang merata.

9.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Umur Simpan Daging

Umur simpan daging sangat dipengaruhi oleh kombinasi berbagai faktor intrinsik dan ekstrinsik. Secara internal, komposisi daging kimia daging berperan diantaranya: Kadar air yang tinggi dalam daging cenderung mempercepat pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan kandungan lemak yang lebih tinggi dapat meningkatkan risiko oksidasi lipid, menyebabkan ketengikan. pH daging setelah penyembelihan (pH akhir) juga sangat berpengaruh; daging dengan pH yang lebih tinggi (kurang asam) lebih rentan terhadap pertumbuhan bakteri pembusuk. Tingkat kontaminasi awal oleh mikroorganisme dari lingkungan, peralatan, atau penanganan yang tidak higienis selama proses penyembelihan dan pengolahan juga merupakan prediktor kuat seberapa cepat daging akan membusuk. Faktor genetik hewan, umur, diet, dan tingkat stres sebelum penyembelihan pun dapat memengaruhi kualitas daging dan selanjutnya umur simpannya.

Kondisi lingkungan penyimpanan memiliki dampak signifikan terhadap daya tahan daging. Suhu penyimpanan

adalah faktor paling dominan; semakin rendah suhunya, semakin lambat pertumbuhan mikroorganisme dan reaksi enzimatik serta kimiawi yang menyebabkan kerusakan. Pendinginan dan pembekuan merupakan metode yang paling umum digunakan untuk memperpanjang umur simpan. Kelembaban relatif di lingkungan penyimpanan juga penting, karena kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan dehidrasi dan pengeringan permukaan, sementara kelembaban yang terlalu tinggi dapat mendorong pertumbuhan mikroba. Paparan oksigen juga memicu oksidasi pigmen daging dan lemak, menyebabkan perubahan warna dan rasa. Pengemasan, seperti penggunaan kemasan vakum atau Modified Atmosphere Packaging (MAP) yang mengontrol komposisi gas di sekitar daging, dapat secara efektif membatasi paparan oksigen dan menghambat pertumbuhan bakteri aerobik, sehingga secara signifikan memperpanjang umur simpan daging.

Daging adalah produk pangan yang sangat rentan terhadap kerusakan akibat aktivitas mikroorganisme, reaksi enzimatik, dan oksidasi lemak. Kerusakan ini dapat menyebabkan penurunan kualitas sensori (warna, bau, tekstur), kehilangan nutrisi, dan bahkan pembentukan senyawa toksik yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, pengemasan dan penyimpanan yang efektif adalah dua pilar utama dalam industri pengolahan daging untuk:

- Memperpanjang umur simpan (*shelf life*) produk;
- Melindungi produk dari kontaminasi fisik, kimia, dan biologis;
- Mempertahankan kualitas sensori dan nutrisi daging;

Memfasilitasi distribusi dan pemasaran; e. Menyediakan informasi produk kepada konsumen.

9.7 Manfaat Pengemasan Produk Daging

Pengemasan produk daging memiliki manfaat penting yaitu: a. Proteksi Fisik: Melindungi produk dari kerusakan mekanis seperti benturan, tekanan, atau getaran selama penanganan, transportasi, dan penyimpanan; b. Proteksi Kimia: Mencegah terjadinya reaksi kimia yang tidak diinginkan seperti oksidasi lemak (ketengikan) yang disebabkan oleh paparan oksigen dan cahaya. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar protein dan lemak dendeng daging sapi yaitu: Protein $37,20 \pm 0,61$ - $38,02 \pm 0,54$ dan kandungan lemak $6,52 \pm 0,51$ - $6,77 \pm 0,55$, karena kemasan plastik dapat memberikan ruang penyimpanan yang dapat mempertahankan kualitas produk (Sugiarto, 2019), dari sekian banyak jenis kemasan yang ada, syarat utama dalam mengemas suatu produk bahan makanan adalah memiliki standar yang baik agar kualitas, kesehatan dan keamanan dari produk yang dibungkus tetap terjaga dan aman (Sucipta et al., 2017). c. Proteksi Biologis: Menjadi penghalang terhadap kontaminasi mikroorganisme (bakteri, kapang, khamir) dari lingkungan luar, serta mencegah berkembangbiakan mikroba yang ada pada produk; d. Memperpanjang Umur Simpan: Dengan menciptakan lingkungan yang terkontrol di sekitar produk, pengemasan dapat memperlambat proses pembusukan dan mempertahankan kesegaran lebih lama; e. Mempertahankan Kualitas: Membantu menjaga warna,

tekstur, aroma, dan nilai gizi daging agar tetap optimal hingga sampai ke tangan konsumen; f. Fungsi Sanitasi dan Higiene: Mengurangi sentuhan langsung dengan produk; g. mencegah kontaminasi silang, dan menjaga kebersihan; h. Fungsi Pemasaran dan Informasi: Kemasan berfungsi sebagai media untuk branding, menarik perhatian konsumen, dan menyampaikan informasi penting seperti tanggal produksi/kadaluarsa, komposisi, petunjuk penyimpanan, dan informasi gizi; i. Kemudahan Penanganan dan Distribusi: Memudahkan penumpukan, pengangkutan dan penataan di rak display.

9.8 Prinsip Dasar Penyimpanan Daging

Penyimpanan daging bertujuan untuk memperlambat atau menghentikan aktivitas faktor-faktor penyebab kerusakan. Prinsip dasar ini berfokus pada kontrol suhu, kelembaban, dan paparan udara.

1. Kontrol Suhu: Ini adalah faktor paling penting. Suhu rendah menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperlambat reaksi enzimatik serta oksidasi.
2. Suhu Dingin (Chilling): Di atas titik beku (0°C hingga 4°C) hanya memperlambat pertumbuhan mikroba.
3. Suhu Beku (Freezing): Di bawah titik beku (biasanya -18°C atau lebih rendah) secara efektif menghentikan pertumbuhan sebagian besar mikroorganisme.
4. Kontrol Kelembaban Relatif (RH): Penting untuk mencegah dehidrasi (pengeringan) permukaan daging, yang dapat menyebabkan *cold burn* atau *freezer burn* serta

perubahan warna. Kelembaban terlalu tinggi juga dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme.

5. Kontrol Atmosfer: Seperti yang dibahas dalam pengemasan MAP, mengontrol komposisi gas di sekitar daging dapat secara signifikan memperpanjang umur simpan dengan menghambat mikroorganisme aerobik dan oksidasi.
6. Kebersihan dan Sanitasi: Meskipun bukan aspek penyimpanan itu sendiri, kebersihan yang ketat selama penanganan sebelum penyimpanan sangat krusial untuk meminimalkan beban mikroba awal pada daging.
7. Pemisahan Produk: Daging mentah harus selalu disimpan terpisah dari produk siap makan untuk mencegah kontaminasi silang.
8. Sistem FIFO (*First-In, First-Out*): Menerapkan sistem ini memastikan bahwa produk yang pertama masuk ke penyimpanan adalah yang pertama keluar untuk dijual atau diproses, meminimalkan risiko produk kedaluwarsa.

9.9 Metode Penyimpanan Daging

Berdasarkan prinsip kontrol suhu, ada dua metode penyimpanan utama untuk daging yaitu: pendinginan dan pembekuan.

1. Pendinginan (*Chilling*)

Proses menurunkan suhu daging hingga mendekati titik beku air dengan suhu -1°C hingga 4°C . Prinsip Kerja: Suhu rendah secara signifikan memperlambat laju pertumbuhan sebagian besar mikroorganisme pembusuk dan patogen. Juga memperlambat reaksi biokimia seperti

oksidasi lemak dan aktivitas enzim yang dapat merusak kualitas.

- a. Manfaat: Mempertahankan Kualitas Daging Segar; mempertahankan karakteristik segar seperti tekstur, warna, dan juiciness lebih baik daripada jika dibekukan; Umur Simpan Menengah: Memperpanjang umur simpan daging segar dari beberapa hari menjadi satu hingga tiga minggu, tergantung jenis daging dan kondisi kebersihan.
- b. Fleksibilitas Penggunaan: Daging yang didinginkan dapat langsung diolah atau dimasak tanpa perlu proses thawing.
- c. Faktor Kritis: Suhu Konsisten: Fluktuasi suhu harus dihindari karena dapat mempercepat pertumbuhan mikroba; Kelembaban Relatif: Kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan dehidrasi (penyusutan berat), sementara yang terlalu tinggi dapat memicu pertumbuhan jamur; Sirkulasi Udara: Memastikan udara dingin merata ke seluruh produk; Kebersihan: Ruang pendingin harus selalu bersih untuk mencegah kontaminasi.
- d. Aplikasi: Sangat umum untuk daging segar di toko ritel, restoran, dan untuk transportasi jarak pendek sebelum diolah lebih lanjut.

2. Pembekuan (Freezing)

Pembekuan adalah proses menurunkan suhu daging hingga di bawah titik beku air -18°C atau lebih rendah, sehingga air dalam jaringan daging berubah menjadi kristal es; Prinsip Kerja: Dengan mengubah

sebagian besar air menjadi es, aktivitas air (Aw) dalam daging menurun drastis, sehingga menghambat pertumbuhan hampir semua mikroorganisme pembusuk dan patogen. Reaksi biokimia juga hampir berhenti pada suhu ini; Manfaat:

- a. Memperpanjang Umur Simpan Secara Signifikan: Daging beku dapat bertahan berbulan-bulan hingga setahun atau lebih.
- b. Mengamankan Produk: Menghambat pertumbuhan bakteri patogen.
- c. Distribusi Jarak Jauh: Memungkinkan distribusi daging ke pasar yang jauh.
- c. Jenis Pembekuan: Pembekuan Cepat (Quick Freezing): Daging dibekukan dengan sangat cepat (misalnya menggunakan blast freezer, cryogenic freezing). Ini menghasilkan kristal es yang sangat kecil di dalam sel, meminimalkan kerusakan struktural pada jaringan daging saat thawing. Ideal untuk kualitas terbaik; Pembekuan Lambat (Slow Freezing): Daging dibekukan secara perlahan. Ini menghasilkan kristal es yang lebih besar, yang dapat merusak struktur seluler dan menyebabkan kehilangan cairan (drip loss) yang lebih banyak saat thawing; Faktor Kritis: Suhu Konsisten: Fluktuasi suhu di atas -18°C dapat menyebabkan rekristalisasi (pembesaran kristal es) dan penurunan kualitas.
- d. Pengemasan yang Tepat: Sangat penting untuk mencegah *freezer burn* (dehidrasi permukaan akibat sublimasi es) dengan kemasan yang kedap udara (misalnya vakum atau film tebal).

- e. Kecepatan Pembekuan: Pembekuan yang cepat lebih disarankan. Aplikasi: Untuk penyimpanan jangka panjang, distribusi global, dan penyediaan produk daging non-musiman.

9.10 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Umur Simpan Daging

Umur simpan produk daging dipengaruhi oleh berbagai faktor, yang dapat dikelompokkan menjadi faktor intrinsik (dari dalam daging) dan ekstrinsik (dari lingkungan).

1. Faktor Intrinsik: Jenis Hewan: Daging sapi, babi, ayam, atau ikan memiliki komposisi dan pH awal yang berbeda, mempengaruhi kerentanan terhadap kerusakan; Kandungan Lemak: Daging dengan lemak lebih tinggi lebih rentan terhadap oksidasi (ketengikan); pH Daging: pH rendah dapat menghambat pertumbuhan beberapa bakteri. Daging DFD (Dark, Firm, Dry) dengan pH tinggi lebih cepat rusak; Kontaminasi Awal Mikroba: Jumlah mikroorganisme yang ada pada daging saat pemotongan dan penanganan awal sangat memengaruhi kecepatan pembusukan. Kebersihan rantai produksi sangat vital; Aktivitas Enzim: Enzim alami dalam daging dapat menyebabkan perubahan pada tekstur dan rasa seiring waktu.
2. Faktor Ekstrinsik: Suhu Penyimpanan: Ini adalah faktor paling dominan. Semakin rendah suhu, semakin lambat kerusakan; Kelembaban Relatif Lingkungan: Mempengaruhi dehidrasi atau pertumbuhan jamur; Komposisi Atmosfer: Kandungan oksigen, CO₂, dan N₂ di

sekitar produk (seperti dalam MAP atau vakum) sangat memengaruhi pertumbuhan mikroba dan oksidasi; Jenis dan Kualitas Kemasan: Properti penghalang dari bahan kemasan (terhadap gas, uap air, cahaya) menentukan perlindungan yang diberikan; Paparan Cahaya: Dapat memicu oksidasi lemak dan perubahan warna pada daging; Penanganan dan Kebersihan: Sanitasi yang buruk selama pemotongan, pemrosesan, dan pengemasan dapat meningkatkan kontaminasi mikroba awal dan mengurangi umur simpan; Waktu Penyimpanan: Semakin lama waktu penyimpanan, semakin besar risiko penurunan kualitas.

Dengan memahami dan mengendalikan faktor-faktor ini secara efektif melalui praktik pengemasan dan penyimpanan yang tepat, industri pengolahan daging dapat memastikan produk yang aman, berkualitas tinggi, dan memiliki umur simpan yang optimal untuk memenuhi kebutuhan konsumen.

9.11 Penyimpanan dan Meningkatkan Nutrisi dan Cita Rasa Daging

Penyimpanan daging yang diarahkan untuk meningkatkan nutrisi dan cita rasa umumnya berfokus pada teknik pematangan (aging), baik melalui metode *dry aging* maupun *wet aging*. Berikut adalah penjelasan ilmiah mengenai proses tersebut dalam empat paragraf:

1. Transformasi Enzimatis melalui Proteolisis

Proses penyimpanan daging yang optimal melibatkan aktivitas enzim endogen, seperti kalpain dan

katipsin, yang bekerja memecah struktur protein kompleks dalam jaringan otot. Secara ilmiah, proses ini disebut proteolisis, di mana serat protein struktural seperti myofibril didegradasi secara bertahap. Pemecahan ini tidak hanya mengubah tekstur daging menjadi jauh lebih empuk (tender), tetapi juga meningkatkan bioavailabilitas asam amino esensial yang terkandung di dalamnya, sehingga mempermudah metabolisme sistem pencernaan manusia dalam menyerap nutrisi tersebut.

2. Konsentrasi Nutrisi dan Evaporasi Terkontrol

Pada metode *dry aging*, daging disimpan dalam lingkungan dengan suhu 1-3 °C dengan kelembapan 80-85%, disertai sirkulasi udara yang konstan agar daging matang merata, tidak terlalu kering, dan mencegah kontaminasi bakteri, memastikan terbentuknya rasa dan tekstur yang lebih empuk. Selama periode ini, terjadi penguapan kadar air secara perlahan yang menyebabkan penyusutan massa daging. Namun, proses evaporasi ini justru mengonsentrasi kepadatan nutrisi dan senyawa penyusun rasa di dalam jaringan otot. Akibatnya, profil mikronutrisi per satuan berat meningkat, memberikan densitas gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan daging segar yang masih memiliki kadar air tinggi.

3. Pengembangan Profil Flavonoid dan Umami

Peningkatan cita rasa selama penyimpanan terjadi karena pemecahan makromolekul menjadi molekul rasa yang lebih sederhana. Protein dipecah menjadi asam glutamat (sumber utama rasa umami), sementara lemak atau lipid dioksidasi secara terbatas menjadi asam lemak

bebas yang berkontribusi pada aroma khas "nutty" atau "buttery", selain itu, glikogen dalam otot dikonversi menjadi glukosa yang, jika bertemu dengan asam amino bebas, dapat memicu reaksi kimia kompleks yang memperkaya kedalaman rasa (depth of flavor) saat daging akhirnya dimasak.

5. Peran Mikrobiota Menguntungkan

Dalam kondisi penyimpanan yang higienis, pertumbuhan kapang tertentu yang bermanfaat, seperti spesies *Thamnidium*, dapat terjadi pada permukaan daging yang sedang menjalani proses *dry aging*. Kapang ini melepaskan enzim protease tambahan yang membantu melunakkan jaringan ikat kolagen dan elastin lebih efektif daripada enzim internal daging saja. Sinergi antara enzim internal dan eksternal ini menciptakan profil sensorik yang unik sekaligus memastikan bahwa produk akhir tetap aman dikonsumsi dengan nilai nutrisi yang lebih stabil dan kaya nutrisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidani, E., Aghamohammadi, B., Akbarian, M., Morshedi, A., Hadidi, M., Ghasemkhani, N., & Akbarian, A. (2014). Effect of chilling, freezing and thawing on meat quality: a review. *International Journal of Biosciences (IJB)*, 5(4), 159–169.
https://www.researchgate.net/publication/316660683_Effect_of_chilling_freezing_and_thawing_on_meat_quality_a_review
- Marsh K. & Bugusu, B. (2007). Food packaging – Roles, materials, and environmental issues. *Food Science*, 72(3), 39-55.
<https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x>
- Nurfawaidi, A., Kuswandi, B., & Wulandari, L. (2018). Pengembangan Label Pintar untuk Indikator Kesegaran Daging Sapi pada Kemasan (Development of Smart Label for Beef Freshness Indicator in Package). *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 6(2), 199–204.
<https://jseahr.jurnal.unej.ac.id › JPK › article › view>
- Nurhasanah, S., Huda, S., Sukri, N., & Windarningsih, F. (2020). Penanganan Daging Kurban Menjadi Daging Potong Segar Dan Beku Di Pd Salimah Sumedang Pada Masa Pandemi Covid-19. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(5), 906–913.
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/3056>

- Nurhasanah, S., Huda, S., Sukri, N. & Windarningsih, N. (2022). Peningkatan Pengetahuan Pengemasan Berstandar Food Grade Melalui Sosialisasi Bahan Pengemas Daging Bagi Masyarakat. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*. 6 (2), 894-901. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm>
- Sucipta, I. N., Suriasih, K., & Kenacana, P. K. D. (2017). Pengemasan Pangan Kajian Pengemasan Yang Aman, Nyaman, Efektif Dan Efisien. Udayana University Press. Bali
- Sugiarto. 2019. Pengaruh Cara Pengemasan terhadap Kualitas Dendeng Giling Daging Sapi. *Jurnal Agri Sains* 20(2): 79-85.
<https://ejurnal.fapetkan.untad.ac.id/index.php/agrisains/issue/archive>
- Schmid, M., Saengerlaub, S., & Mueller, K. (2016). Packaging Concepts for Fresh Meat : A Brief Overview. *Austin Food Sci*, 1(1), 1005.
https://www.researchgate.net/publication/304037941_Packaging_Concepts_for_Fresh_Meat_A_Brief_Overview
- Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat - A Review. *Meat Science*, 86(1), 119–128.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20605688/>

BAB 10

PERALATAN DAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAGING

10.1 Pendahuluan

Daging telah lama menjadi komponen utama dalam makanan manusia, baik sebagai makanan tersendiri maupun sebagai bahan penting dalam banyak produk makanan lainnya. Teknologi pengolahan daging meliputi langkah-langkah dan prosedur dalam pembuatan produk daging olahan. Produk daging olahan, yang mencakup berbagai jenis dan variasi lokal/regional, adalah makanan asal hewani yang memberikan protein hewani yang berharga bagi manusia. Semua produk daging olahan telah melalui proses pengolahan fisik dan/atau kimia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengolahan ini melampaui sekadar memotong daging menjadi potongan-potongan daging dan kemudian memasaknya untuk hidangan daging agar daging menjadi enak. Pengolahan daging melibatkan berbagai metode pengolahan fisik dan kimia, yang biasanya menggabungkan berbagai metode dan peralatan, yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dan memertahankan kualitasnya (Nilawati dan Rahma,2025).

Pengolahan daging merupakan rangkaian proses yang kompleks dan memerlukan penanganan yang tepat untuk

menghasilkan produk yang aman, bermutu, dan layak dikonsumsi. Daging sebagai bahan pangan asal hewan memiliki karakteristik mudah rusak (*perishable*) sehingga sangat rentan terhadap kontaminasi mikroorganisme, perubahan kimia, dan penurunan mutu apabila tidak ditangani dengan peralatan serta teknologi yang sesuai. Oleh karena itu, pemahaman mengenai peralatan dan teknologi pengolahan daging menjadi aspek fundamental dalam menunjang keberhasilan proses produksi.

Peralatan pengolahan daging berfungsi sebagai sarana utama dalam setiap tahapan proses, mulai dari penanganan bahan baku, pemotongan, pencacahan, penggilingan, pencampuran, pembentukan, hingga proses pemasakan dan penyimpanan. Setiap jenis peralatan dirancang dengan spesifikasi tertentu untuk menjamin efisiensi kerja, konsistensi produk, serta penerapan prinsip sanitasi dan higiene. Kesalahan dalam pemilihan atau penggunaan peralatan dapat berdampak pada menurunnya kualitas produk, meningkatnya risiko cemaran, serta kerugian ekonomi bagi pelaku usaha. Di sisi lain, teknologi pengolahan daging terus berkembang seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan tuntutan pasar. Teknologi tradisional yang bersifat sederhana kini telah banyak dipadukan dengan teknologi modern, seperti sistem pendinginan dan pembekuan terkendali, pemanasan terstandar, pengasapan modern, serta teknologi pengemasan yang mampu memperpanjang umur simpan produk. Penerapan teknologi yang tepat tidak hanya bertujuan meningkatkan produktivitas, tetapi juga menjaga nilai gizi,

karakteristik sensori, dan keamanan pangan sesuai dengan standar yang berlaku.

Peralatan dan teknologi pengolahan daging merupakan komponen penting dalam menjamin mutu, keamanan, dan efisiensi proses produksi hasil olahan daging. Seiring meningkatnya kebutuhan konsumen terhadap produk daging yang aman, bergizi, dan memiliki daya simpan lebih lama, penerapan peralatan yang tepat serta teknologi yang sesuai menjadi faktor penentu keberhasilan industri pengolahan daging, baik pada skala rumah tangga, usaha kecil-menengah, maupun industri besar. Perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam cara daging ditangani, diolah, dan disimpan. Mulai dari peralatan pemotongan, penggilingan, pencampuran, hingga teknologi pendinginan, pemanasan, dan pengemasan, seluruh tahapan pengolahan menuntut standar operasional yang higienis dan terkontrol. Penggunaan teknologi yang tepat tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga meminimalkan risiko kontaminasi mikroba serta menjaga kualitas sensori dan nilai gizi produk daging. Bab ini membahas berbagai jenis peralatan dan teknologi yang digunakan dalam pengolahan daging, termasuk prinsip kerja, fungsi, serta perannya dalam menjaga keamanan dan mutu produk.

10.2 Peralatan Pengolahan Daging

Peralatan dalam pengolahan daging modern, sebagian besar tahapan pengolahan dapat dimekanisasi. Bahkan, pengolahan daging modern tidak akan mungkin dilakukan tanpa penggunaan peralatan khusus. Peralatan tersebut

tersedia untuk operasi skala kecil, menengah, atau besar. Peralatan pengolahan daging yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk daging yang paling umum dikenal tercantum dan dijelaskan secara singkat di bawah ini.

10.2.1 Penggiling Daging (*Meat Grinder*)

Penggiling daging adalah mesin yang digunakan untuk memaksa daging atau potongan daging dengan menggunakan ulir pengumpan (auger) bertekanan melalui silinder (barrel) yang dipasang secara horizontal. Di ujung barrel terdapat sistem pemotong yang terdiri dari pisau berbentuk bintang yang berputar bersama ulir pengumpan dan cakram berlubang stasioner (pelat penggiling). Lubang pada pelat penggiling biasanya berkisar antara 1 hingga 13 mm. Daging dikompresi oleh ulir pengumpan yang berputar, didorong melalui sistem pemotong, dan keluar melalui lubang-lubang pada pelat penggiling setelah dipotong oleh pisau bintang yang berputar. Peralatan sederhana hanya memiliki satu pisau bintang dan pelat penggiling, tetapi biasanya digunakan serangkaian pelat dan pisau putar. Tingkat penggilingan menggunakan meat grinder ditentukan oleh ukuran lubang pada pelat penggiling pada mesin. Jika daging beku dan daging yang kaya akan jaringan ikat akan digiling menjadi partikel kecil, daging tersebut harus digiling terlebih dahulu melalui cakram kasar diikuti dengan operasi kedua hingga ukuran yang diinginkan.

10.2.2 *Bowl Cutter*

Bowl cutter adalah peralatan pencincang daging yang umum digunakan, mesin ini dirancang untuk menghasilkan

potongan daging tanpa lemak dan lemak yang kecil atau sangat kecil ("dicincang halus"). Bowl cutter terdiri dari bowl yang berputar secara horizontal dan seperangkat pisau melengkung yang berputar secara vertikal pada poros horizontal dengan kecepatan tinggi hingga 5.000 rpm. Terdapat banyak jenis dan ukuran dengan volume bowl mulai dari 10 hingga 2000 liter. Ukuran yang paling berguna untuk pengolahan ukuran kecil hingga menengah adalah 20 hingga 60 liter. Pada model yang lebih besar, kecepatan bowl dan pisau dapat diatur dengan mengubah gigi. Bowl cutter dilengkapi dengan penutup yang kuat. Penutup ini melindungi dari kecelakaan dan desainnya memainkan peran penting dalam efisiensi proses pencincangan dengan mengarahkan aliran campuran. Jumlah, bentuk, susunan, dan kecepatan pisau adalah faktor utama yang menentukan kinerja pemotong. Sebagian bowl cutter juga dilengkapi dengan termometer yang menampilkan suhu campuran daging di dalam mangkuk selama pencincangan. Mesin bowl cutter skala besar (modern) memiliki perangkat untuk beroperasi di bawah vakum, yang membantu meningkatkan warna dan tekstur produk daging dengan mencegah oksigen masuk ke dalam campuran daging dan menghindari kantung udara. Pisau pemotong disesuaikan pada jarak 1-2 mm dari wadah untuk pemotongan optimal. Mesin ini umum digunakan untuk mencincang daging dalam pembuatan berbagai produk termasuk yang umum kita kenal yaitu sosis dan bakso.

10.2.3 Filling Machine (Mesin Pengisi)

Mesin ini digunakan untuk mengisi semua jenis adonan daging ke dalam wadah seperti selongsong, stoples kaca, kaleng, dll. Jenis mesin pengisi yang paling umum dalam operasi skala kecil dan menengah adalah tipe piston. Sebuah piston digerakkan di dalam silinder yang mendorong bahan daging melalui nosel pengisi (corong, tanduk pengisi) ke dalam wadah. Mesin pengisi piston dapat dipasang pada meja pengisi (manual) atau dirancang sebagai model rantai (hidrolik). Dalam operasi skala kecil, filling machine manual biasanya sudah cukup, terkadang bahkan corong genggam sederhana digunakan untuk mendorong campuran daging ke dalam selongsong. Filling machine modern untuk operasi yang lebih besar dirancang sebagai mesin pengisi vakum kontinu. Selama proses pengisian, sebagian besar udara yang terperangkap dikeluarkan dari produk, yang membantu meningkatkan warna dan tekstur produk akhir. Model-model ini biasanya dilengkapi dengan alat pembagi dan pemutar serta memiliki alat penjepit selongsong yang terpasang untuk mengisi selongsong kolagen dan plastik yang belum dipotong dan telah dilipat. Jenis peralatan pengisi kontinu ini relatif mahal dan karenanya hanya digunakan dalam produksi skala besar.

10.2.4 Mesin penjepit (*Clipping Machine*)

Mesin penjepit menempatkan penjepit penyegel aluminium kecil di ujung sosis dan menggantikan pengikatan sosis secara manual. Mesin ini dapat digunakan untuk selongsong buatan atau alami. Mesin penjepit juga dapat

dihubungkan ke mesin pengisi. Mesin semacam itu bekerja dengan apa yang disebut rem selongsong, yaitu perangkat untuk melepaskan selongsong yang telah dikerutkan secara perlahan dari corong pengisi, memastikan pengisian yang rapat. Kemudian segmen selongsong yang telah diisi dijepit sebagian. Mesin penjepit ganda menempatkan dua penjepit berdampingan, yang memastikan bahwa setiap bagian sosis tetap terjepit di kedua ujungnya dan pemisahan bagian sosis menjadi mudah. Saat menggunakan selongsong yang telah dikerutkan, pemuatan selongsong yang telah dipotong sebelumnya yang memakan waktu tidak lagi diperlukan. Pemborosan selongsong dapat diminimalkan dengan pengisian yang rapat dan hanya menyisakan selongsong untuk ujung sosis yang dibutuhkan untuk penempatan penjepit.

10.2.5 Mesin Pengasap (*Smokehouse*)

Mesin pengasap dalam operasi tradisional dan skala kecil, metode yang paling umum meliputi pembakaran serbuk gergaji kayu keras yang lembap, pemanasan serbuk gergaji kering, atau pemanasan potongan kayu gelondong. Namun, kemajuan teknologi telah mengubah teknik penghasil dan pengaplikasian asap. Pada mesin pengasap modern, pembangkitan asap bersumber dari luar ruang pengasapan dalam generator asap khusus dengan penyalaan listrik atau gas. Generator asap terpisah memungkinkan kontrol yang lebih baik terhadap kuantitas dan suhu asap yang dihasilkan. Serbuk gergaji atau serpihan kayu dipindahkan dari wadah ke zona pembakaran oleh pengaduk atau penggetar. Serbuk

gergaji atau serpihan kayu tersebut dinyalakan dengan menggunakan pelat pemanas listrik atau nyala api gas. Alat penyaring asap, yang pada dasarnya adalah semprotan air dingin, dapat ditempatkan di bagian awal pipa asap dan berfungsi untuk meningkatkan kemurnian asap karena zat-zat yang tidak diinginkan tercuci. Asap dengan tingkat komponen asap yang diinginkan yang tinggi dapat diperoleh pada kisaran suhu rendah penghancuran termal bahan bakar yang dimulai sekitar 230°C dan tidak melebihi 400°C dan asap dialirkan langsung dari generator ke ruang pengasapan melalui pipa asap.

10.2.6 *Brine Injector*

Peralatan ini berfungsi untuk menyuntikkan air garam ke dalam daging dengan tujuan pengawetan daging. Air garam adalah air yang mengandung garam terlarut dan zat pengawet (nitrit) serta aditif seperti fosfat, rempah-rempah, gula, karagenan dan/atau protein kedelai. Penyuntikan dilakukan dengan memasukkan jarum runcing ke dalam jaringan otot. Brine injector tersedia dalam berbagai ukuran, mulai dari perangkat jarum tunggal yang dioperasikan secara manual untuk operasi skala kecil hingga injektor air garam semi-otomatis dengan hingga 32 jarum atau lebih. Pada mesin besar, jumlah air garam yang disuntikkan ke dalam daging segar dapat ditentukan dengan pengaturan tekanan dan kecepatan sebelumnya. Sangat penting bahwa semua bagian injektor air garam dibersihkan secara menyeluruh setelah setiap sesi kerja dan didesinfeksi secara teratur. Sebelum injektor digunakan kembali, semua selang dan jarum harus

dibilas dengan air hangat karena partikel yang tertinggal di dalam sistem dapat menyumbat jarum. Kebersihan absolut sangat diperlukan karena mikroorganisme yang tersisa di dalam sistem akan disuntikkan jauh ke dalam potongan daging selama operasi.

10.2.7 Mesin Pengaduk (*Tumbler*)

Mesin pengaduk digunakan untuk memproses produk daging. Mesin ini pada prinsipnya menyerupai drum pengaduk beton. Drum berputar dengan dayung baja di dalamnya secara perlahan menggerakkan potongan daging sehingga menyebabkan efek pengadukan mekanis. Proses mekanis ini dibantu dengan penambahan garam dan fosfat untuk mencapai distribusi air garam yang merata dan melepaskan protein otot dari jaringan daging (ekstraksi protein). Zat protein semi-cair tersebut mengikat potongan daging dengan kuat selama perlakuan panas selanjutnya. Untuk alasan higienis, penting untuk menempatkan pengaduk di bawah 10°C untuk menghindari pertumbuhan mikroba yang berlebihan selama waktu pengadukan yang lama (lebih dari 4 jam atau bahkan semalaman). Dalam kasus tertentu, disarankan agar pengaduk dioperasikan dalam lemari pendingin atau di dalam ruang pendingin di bawah -1°C, karena suhu ini paling baik untuk mengekstrak protein larut sebanyak mungkin dari daging.

10.2.8 Mixer/Blender

Mixer digunakan untuk mencampur daging dan bumbu, atau daging cincang kasar dan halus. Mesin ini umumnya

terdiri dari wadah berbentuk persegi panjang atau bulat yang dilalui oleh dua poros paralel. Berbagai pengaduk dipasang pada poros tersebut untuk mencampur daging. Pengaduk dikosongkan dengan memiringkannya hingga 90 derajat. Beberapa pengaduk dirancang sebagai pengaduk vakum, karena pencampuran di bawah vakum (penghilangan oksigen) memiliki keunggulan untuk pengembangan warna dan tekstur produk yang diinginkan.

10.2.9 Pemotong Daging Beku (*Frozen Meat Cutter*)

Frozen meat cutter bertujuan memotong balok daging beku menjadi potongan-potongan yang lebih kecil adalah agar daging beku siap untuk langsung digiling dalam penggiling, tanpa perlu dicairkan terlebih dahulu. Ada dua jenis mesin untuk memotong balok daging beku, yang bekerja dengan pisau yang memotong secara vertikal (prinsip guillotine) atau menggunakan drum berputar dengan pisau tajam yang terpasang. Pada mesin tipe guillotine, kepala pisau digerakkan secara hidrolik dan bahkan produk beku yang paling keras pun dapat dipotong menjadi potongan-potongan kecil, baik berupa kubus daging atau potongan daging tipis. Pemotong daging beku putar beroperasi sesuai dengan prinsip memotong partikel dari balok daging beku. Drum putar dapat dilengkapi dengan pisau yang mampu memotong potongan daging beku dari ukuran kepala tangan besar hingga ukuran serpihan kecil.

10.3 Teknologi Pengolahan Daging

Teknologi pengolahan daging bertujuan untuk memperpanjang masa simpan, meningkatkan keamanan, rasa, tekstur, serta menciptakan produk baru dengan nilai tambah melalui proses seperti pengecilan ukuran (kominusi), pembentukan, dan pengemasan. Teknologi pengolahan daging yang terus berkembang diantaranya meliputi pendinginan/pembekuan, penggaraman/curing, pengasapan, pengeringan, pemanasan, iradiasi, *High Pressure Processing* (HPP), dan *Modified Atmosphere Packaging* (MAP).

10.3.1 Pembekuan Daging

Pendinginan bermanfaat untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan reaksi enzim pada daging. Teknologi pembekuan daging adalah metode pengawetan dengan menurunkan suhu daging hingga di bawah titik beku untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme, aktivitas enzim, dan reaksi kimia yang menyebabkan pembusukan. Teknologi ini sangat penting dalam industri pangan dan rantai pasok daging. Prinsip dasar dari metode ini adalah air di dalam jaringan daging dibekukan menjadi kristal es, suhu umumnya berada pada -18°C hingga -40°C , semakin cepat proses pembekuan, semakin kecil kristal es yang terbentuk, sehingga kualitas daging lebih terjaga

10.3.2 Penggaraman dan Curing

Teknologi penggaraman dan curing pada daging adalah metode pengawetan yang memanfaatkan garam dan bahan tambahan tertentu untuk menekan pertumbuhan mikroorganisme, memperpanjang umur simpan, serta

membentuk cita rasa, warna, dan tekstur khas produk daging olahan. Penggaraman bekerja dengan prinsip osmosis, di mana garam menarik air keluar dari jaringan daging sehingga aktivitas air menurun dan mikroba sulit berkembang. Penggaraman dapat dilakukan dengan ditaburkan langsung ke permukaan daging (*dry salting*), daging direndam dalam larutan garam (*wet salting*), dan larutan garam disuntikkan ke jaringan daging (*injection*). Pengolahan daging dengan metode curing menggunakan bahan dasar yang sama yaitu garam, hanya saja pada metode ini ditambahkan bahan lain seperti nitrit atau nitrat, gula, rempah-rempah, dan antioksidan alami.

10.3.3 Pengasapan

Teknologi pengawetan daging dengan pengasapan adalah metode pengolahan yang memanfaatkan asap hasil pembakaran kayu tertentu untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme, memperpanjang umur simpan, serta memberikan aroma dan cita rasa khas pada daging. Prinsip dasar pengasapan daging adalah asap mengandung senyawa fenol, aldehid, dan asam organik yang bersifat antimikroba dan antioksidan. Proses pengasapan biasanya disertai pengeringan parsial, sehingga kadar air daging menurun. Kombinasi asap, panas, dan penurunan aktivitas air memperlambat pembusukan daging.

10.3.4 Pengeringan

Teknologi pengolahan daging dengan pengeringan adalah metode pengawetan yang bertujuan menurunkan

kadar air daging hingga mikroorganisme pembusuk tidak dapat tumbuh, sehingga umur simpan menjadi lebih panjang dan produk lebih stabil. Prinsip pengeringan daging yaitu menurunkan kadar air dan aktivitas air pada daging, menghambat pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir, melambatkan reaksi enzim dan kimia penyebab kerusakan, pada metode ini juga sering dikombinasikan dengan pemberian bumbu daging.

10.3.5 Pemanasan

Teknik termal umumnya digunakan oleh industri makanan untuk menghilangkan beberapa indikator pembusukan dan mikroorganisme patogen serta memastikan stabilitas produk. Profil nutrisi daging dan produk berbasis daging menarik mikroorganisme untuk tumbuh dengan mudah dan menurunkan kualitas daging. Oleh karena itu, perlakuan termal dianggap sebagai metode yang lebih tepat untuk mencegah daging membusuk. Namun, penerapan panas untuk mencegah pembusukan mikroba berdampak buruk pada nutrisi yang ada dalam makanan daging. Sebagai alternatif, metode suhu rendah telah digunakan untuk memperlambat atau menghentikan aktivitas mikroba. Metode pengawetan suhu rendah diklaim lebih bermanfaat dibandingkan dengan metode suhu tinggi karena biasanya tidak mengganggu kandungan nutrisi makanan.

10.3.6 Metode Iradiasi

Teknologi pengolahan daging dengan iradiasi adalah metode pengawetan dan pengamanan pangan menggunakan

radiasi ionisasi untuk menonaktifkan mikroorganisme patogen, memperpanjang umur simpan, dan meningkatkan keamanan daging tanpa menaikkan suhu secara signifikan. Metode ini dilakukan menggunakan radiasi gamma, sinar-X, atau berkas elektron (*electron beam*), metode ini merusak DNA mikroorganisme sehingga tidak dapat berkembang biak sehingga memperpanjang umur simpan daging.

10.3.7 High Pressure Processing (HPP)

High Pressure Processing (HPP), sebuah teknologi non-termal, sangat menarik karena dapat menonaktifkan mikroorganisme dan enzim perusak produk pada suhu rendah tanpa mengubah karakteristik sensorik atau nutrisi produk. Pemrosesan tekanan biasanya dilakukan dalam silinder baja yang berisi media penghantar tekanan cair seperti air, dengan sampel dilindungi dari kontak langsung menggunakan kemasan fleksibel yang tertutup rapat. Mempertahankan sampel di bawah tekanan untuk jangka waktu yang lama tidak memerlukan energi tambahan selain yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu yang dipilih. HPP membuat makanan lebih stabil karena kemampuannya untuk mengurangi jumlah mikroorganisme penyebab pembusukan dan patogen, serta menonaktifkan enzim makanan tertentu. Efektivitas HPP untuk pengendalian mikroba bergantung pada faktor-faktor seperti tingkat tekanan, suhu, dan waktu paparan, serta faktor intrinsik dari makanan itu sendiri, seperti pH, strain dan tahap pertumbuhan mikroorganisme, dan matriks makanan.

10.3.8 *Modified Atmosphere Packaging (MAP)*

Teknologi pengolahan daging dengan *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) adalah metode pengemasan yang memodifikasi komposisi gas di dalam kemasan untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme, menghambat oksidasi, serta mempertahankan warna dan kesegaran daging. MAP dilakukan dengan mengganti udara dalam kemasan dengan aertentu seperti oksigen dan nitrogen yang disesuaikan dengan jenis daging dan tujuan penyimpanan, metode ini umumnya dikombinasikan dengan pendinginan atau pembekuan daging.

DAFTAR PUSTAKA

- Heinz, G., & Hautzinger, P. (2007). Meat processing technology for small-to medium-scale producers. FAO. Italy.
- Kerry, J. P., Kerry, J. F., & Ledward, D. (2002). Meat processing: improving quality. Elsevier. Netherlands.
- Nilawati, N., & Rahma, A. (2025). Kualitas telur ayam ras yang direndam dengan bahan organik yang disimpan dalam suhu ruang. *Wahana Peternakan*, 9(2), 415-421.
- Nollet, L. M., & Toldrá, F. (2006). Advanced technologies for meat processing. CRC press. USA.
- Pereira, R. N., & Vicente, A. A. (2010). Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing. *Food Research International*, 43(7), 1936-1943.
- Rahman, U., Sahar, A., Ishaq, A., Aadil, R. M., Zahoor, T., & Ahmad, M. H. (2018). Advanced meat preservation methods: A mini review. *Journal of food safety*, 38(4), e12467.
- Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010). Preservation technologies for fresh meat—A review. *Meat science*, 86(1), 119-128.

BAB 11

REGULASI, STANDAR, DAN PROSPEK INDUSTRI DAGING

11.1 Kerangka Regulasi Industri Daging

Regulasi nasional dalam industri pengolahan daging dibangun untuk memastikan bahwa seluruh produk pangan hewani yang dipasarkan aman, bermutu, dan sesuai standar kesehatan masyarakat. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2009 tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan, yang diperbarui dengan UU 41/2014, merupakan landasan hukum utama dalam penyediaan daging dan pengawasan kesehatan hewan. Aturan ini menetapkan standar bagi Rumah Potong Hewan (RPH), pemanfaatan bahan baku ternak, serta pengawasan transportasi daging. Regulasi tersebut memastikan bahwa proses penyembelihan dan penyimpanan daging memenuhi persyaratan sanitasi untuk mengurangi risiko penyakit zoonosis dan kontaminasi silang.

Selain itu, keamanan pangan diatur melalui UU No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan dan ketentuan teknis dari BPOM. Peraturan BPOM mencakup Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB), batas maksimum cemaran mikrobiologi, penggunaan bahan tambahan pangan (BTP), serta ketentuan labeling untuk produk daging. Studi Darmawan et al. (2023) menegaskan bahwa implementasi CPPOB merupakan

komponen fundamental bagi industri daging di Indonesia untuk memastikan kesesuaian dengan standar nasional dan memperkuat daya saing dalam pasar domestik maupun ekspor.

Sertifikasi halal juga menjadi elemen penting dalam regulasi nasional, terutama karena Indonesia merupakan negara dengan populasi Muslim terbesar di dunia. Berdasarkan UU 33/2014 tentang Jaminan Produk Halal, semua produk daging olahan wajib tersertifikasi halal melalui BPJPH. Sertifikasi ini menilai seluruh proses produksi mulai dari asal bahan baku, penyembelihan, peralatan produksi, hingga aspek distribusi. Studi Alamri et al. (2023) menyebutkan bahwa sertifikasi halal Indonesia menjadi salah satu rujukan global karena prosesnya yang komprehensif dan berbasis risiko.

11.2 Standar Mutu dan Keamanan Produk Daging

Standar keamanan pangan pada industri pengolahan daging bertujuan untuk meminimalkan risiko kontaminasi mikrobiologis, kimia, dan fisik. Produk daging merupakan medium yang sangat rentan bagi pertumbuhan mikroorganisme patogen seperti *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, dan *E. coli* O157:H7. Studi Bai et al. (2022) menunjukkan bahwa lebih dari 30% kasus foodborne illness global dalam tiga tahun terakhir terkait dengan konsumsi produk daging yang tidak aman. Oleh sebab itu, penerapan sistem keamanan pangan berbasis risiko menjadi sangat penting.

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) menjadi sistem wajib yang diterapkan pada industri daging di seluruh dunia. Sistem ini memastikan identifikasi bahaya pada setiap tahap produksi, penentuan titik kendali kritis (CCP), serta pemantauan dan verifikasi yang konsisten. Penelitian Ahmad et al. (2022) menegaskan bahwa implementasi HACCP yang efektif dapat menurunkan jumlah kejadian kontaminasi dalam industri daging hingga 65%.

Selain itu, industri wajib menerapkan Good Manufacturing Practices (GMP) atau CPPOB yang mencakup desain fasilitas higienis, sanitasi peralatan, higiene pekerja, dan pengendalian lingkungan produksi. Integrasi antara GMP dan HACCP memastikan bahwa risiko dapat dikendalikan secara sistematis, mulai dari penerimaan bahan baku hingga distribusi produk akhir.

Standar mutu produk daging mencakup parameter fisik, kimia, dan organoleptik. Kualitas daging segar biasanya ditentukan oleh warna, tingkat oksidasi, nilai pH, kelembutan, daya ikat air, dan kandungan nutrisi. Penelitian Barido & Lee (2020) menyebutkan bahwa parameter-parameter tersebut menjadi indikator penting dalam menilai kesegaran dan penerimaan sensoris konsumen. Mutu daging olahan seperti sosis, nugget, dan bakso juga dipengaruhi oleh komposisi formula, kualitas daging, dan stabilitas emulsi.

SNI menjadi acuan utama dalam penetapan standar mutu produk daging di Indonesia. SNI secara spesifik mengatur syarat mutu seperti kandungan protein minimal, batas maksimum lemak, penggunaan bahan tambahan, serta standar mikrobiologi. Mulyani et al. (2021) menekankan bahwa

harmonisasi standar SNI dengan regulasi internasional akan meningkatkan daya saing produk daging Indonesia di pasar global.

Selain itu, tren konsumen modern mendorong peningkatan standar mutu yang lebih ketat, seperti permintaan terhadap produk rendah garam, rendah lemak, dan clean label. Penelitian Tan et al. (2023) menunjukkan bahwa konsumen saat ini menilai kualitas tidak hanya dari aspek sensoris, tetapi juga dari klaim kesehatan dan transparansi bahan baku. Oleh karena itu, industri daging perlu terus berinovasi untuk memenuhi ekspektasi konsumen tanpa mengorbankan keamanan dan mutu.

11.3 Aspek Halal dalam Industri Pengolahan Daging

Konsep halal tidak hanya mencakup aspek keagamaan, tetapi juga mencakup aspek keamanan dan kualitas pangan yang dikenal sebagai prinsip halalan thayyiban. Produk halal harus berasal dari hewan yang diperbolehkan, disembelih sesuai syariat Islam, dan bebas dari kontaminasi bahan haram. Fletcher (2022) menjelaskan bahwa konsumen Muslim global kini semakin memperhatikan kualitas nutrisi, higienitas, dan keamanan produk, bukan sekadar status halal.

Prinsip thayyib menekankan pentingnya kebersihan, keamanan, dan kualitas produk. Hal ini sejalan dengan standar global seperti Codex dan regulasi SPS WTO. Dengan demikian, produk daging halal harus memenuhi standar ganda: halal secara syariat dan aman secara ilmiah. Hal ini menjadi nilai

tambah yang dapat meningkatkan kepercayaan konsumen global.

Studi Alamri et al. (2023) menunjukkan bahwa permintaan global terhadap produk halal meningkat 10% setiap tahun, terutama di negara-negara Eropa Barat dan Amerika Utara. Hal ini menunjukkan bahwa aspek halal tidak hanya relevan bagi konsumen Muslim, tetapi juga mulai dihargai sebagai indikator keamanan dan transparansi rantai pasok pangan.

Dalam industri daging, tantangan terbesar dalam sertifikasi halal terletak pada kontrol bahan baku dan pengendalian kontaminasi silang. Penggunaan enzim dari hewan, gelatin, bahan emulsifier, dan flavoring harus dipastikan kehalalannya. Oleh karena itu, perusahaan perlu memiliki daftar pemasok yang telah tersertifikasi halal dan menerapkan sistem audit inbound secara konsisten.

Pada tingkat global, terdapat ketidakharmonisan standar halal antarnegara yang menimbulkan tantangan bagi pelaku industri. Fletcher (2022) menyoroti bahwa penyelarasan standar halal internasional sangat diperlukan untuk mendukung kelancaran ekspor produk daging. Indonesia dapat berperan sebagai pemimpin dalam penyusunan standar halal global mengingat skala penduduk Muslim dan sistem sertifikasi halal yang mapan.

11.4 Isu Kontemporer dan Tantangan Industri Daging

Industri pengolahan daging menghadapi berbagai isu keamanan pangan yang bersifat dinamis seiring

berkembangnya pengetahuan mikrobiologi dan ekspektasi masyarakat. Patogen seperti *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter* spp., dan *Salmonella* masih menjadi penyebab utama foodborne outbreaks di berbagai negara. Penelitian Bai et al. (2022) melaporkan bahwa kontaminasi patogen pada daging masih berada pada tingkat yang mengkhawatirkan, terutama pada fasilitas yang belum menerapkan sistem sanitasi modern.

Selain bahaya mikrobiologi, residu antibiotik pada daging menjadi isu global yang mendapat perhatian besar. Penggunaan antibiotik pada ternak dapat menyebabkan resistensi antimikroba (AMR) yang berdampak luas terhadap kesehatan manusia. Menurut WHO (2021), AMR merupakan salah satu ancaman kesehatan terbesar di dunia saat ini. Studi Chowdhury et al. (2024) menemukan bahwa lebih dari 20% sampel daging dari negara-negara berkembang menunjukkan indikasi residu antibiotik di atas batas.

Kemunculan kontaminan kimia lainnya seperti logam berat, pestisida, dan nitrit berlebih juga menjadi tantangan serius. Perubahan iklim turut memengaruhi dinamika patogen pada rantai pasok daging. Dengan demikian, industri harus terus meningkatkan sistem deteksi dini, melengkapi fasilitas laboratorium, dan menerapkan pendekatan keamanan pangan berbasis risiko.

Tren hidup sehat telah mendorong perubahan perilaku konsumen terhadap konsumsi daging. Banyak konsumen mulai memilih produk rendah lemak, rendah garam, tinggi protein, dan bebas bahan kimia sintetis. Menurut Tan et al. (2023), tren clean label semakin populer dan menjadi faktor

utama keputusan pembelian. Hal ini mendorong industri untuk mencari alternatif pengawet natural, seperti ekstrak herbal dan antioksidan alami untuk menggantikan nitrit dan fosfat.

Selain itu, kekhawatiran konsumen terhadap processed meat meningkatkan permintaan terhadap produk yang dianggap lebih sehat, seperti daging organik dan produk bebas hormon. Studi Kurniawan et al. (2020) menunjukkan bahwa konsumen Asia Tenggara semakin memperhatikan aspek kesehatan dan nutrisi dalam memilih produk daging olahan.

Perubahan preferensi konsumen juga membuka peluang bagi produk inovatif seperti plant-based meat dan hybrid meat. Produk ini dipopulerkan karena dianggap lebih ramah lingkungan dan lebih sehat. Lee (2023) melaporkan bahwa konsumsi plant-based meat meningkat pesat di Eropa dan Amerika Serikat, dan diprediksi akan berkembang di Asia dalam beberapa tahun ke depan.

11.5 Prospek Industri Pengolahan Daging

Industri daging diprediksi terus berkembang seiring pertumbuhan penduduk dan peningkatan pendapatan masyarakat global. OECD–FAO (2023) memperkirakan konsumsi daging global akan meningkat 14% pada tahun 2035, terutama didorong oleh negara-negara Asia dan Afrika. Pasar daging unggas mengalami pertumbuhan paling cepat karena harganya yang lebih terjangkau dan dianggap lebih sehat dibandingkan daging merah.

Di Indonesia, prospek industri daging juga sangat menjanjikan seiring meningkatnya konsumsi protein hewani. Pertumbuhan sektor pangan halal turut mendukung industri ini. Menurut Alamri et al. (2023), permintaan global terhadap produk daging halal diprediksi mencapai US\$1,3 triliun pada tahun 2025. Indonesia memiliki potensi besar menjadi pusat produksi halal dunia.

Selain itu, tren gaya hidup sehat dan meningkatnya permintaan produk premium seperti daging wagyu, kambing premium, dan produk organik membuka peluang segmen pasar baru. Namun, untuk merebut peluang global, industri Indonesia harus meningkatkan kualitas produksi, memenuhi standar internasional, dan memperbaiki rantai pasok.

Perkembangan teknologi menjadi motor utama transformasi industri daging. Kemajuan dalam teknologi pemrosesan seperti penggunaan tumbler vakum, teknologi hidrostatik, dan injeksi bumbu otomatis meningkatkan efisiensi dan konsistensi mutu produk. Menurut Zhang et al. (2022), teknologi pengolahan modern memungkinkan tekstur daging olahan lebih stabil, emulsi lebih kuat, dan umur simpan lebih panjang tanpa penggunaan pengawet berlebih.

Sensor berbasis IoT semakin umum digunakan untuk memantau suhu penyimpanan, pH, dan aktivitas air produk secara real time. Selain itu, smart cold-chain system memungkinkan pengendalian suhu secara otomatis sehingga mengurangi risiko kerusakan produk selama distribusi. Jones et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT dapat mengurangi kerusakan produk hingga 25%.

Inovasi teknologi juga mencakup penggunaan enzim seperti transglutaminase untuk memperbaiki tekstur dan daya ikat air pada produk olahan. Menurut Rahman et al. (2024), teknologi enzimatik akan menjadi salah satu pendorong utama peningkatan kualitas daging olahan dalam 10 tahun ke depan.

Produk plant-based meat, cultured meat, dan hybrid meat menjadi tren global karena dianggap lebih ramah lingkungan, etis, dan sehat. Produk cultured meat atau daging sintetik yang dikembangkan melalui kultur sel merupakan inovasi yang sangat potensial untuk masa depan. Leong (2022) mencatat bahwa beberapa negara telah mengembangkan regulasi awal untuk produk daging kultur sel, membuka peluang komersialisasi dalam satu dekade mendatang.

Selain itu, industri daging juga mulai mengembangkan produk berfungsi khusus (functional meat products), seperti daging fortifikasi dengan vitamin D, zat besi, dan probiotik. Yamada et al. (2024) menyebutkan bahwa fortifikasi daging dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi seperti anemia dan defisiensi mineral di negara berkembang.

Produk-produk ini tidak hanya mengikuti tren pasar, tetapi juga menawarkan solusi terhadap tantangan global seperti keberlanjutan dan kesehatan masyarakat. Peluang besar ini dapat dimanfaatkan oleh industri Indonesia dengan memadukan teknologi modern dan sumber daya lokal.

11.6 Strategi Pengembangan Industri Daging di Indonesia

Penguatan rantai pasok menjadi strategi kunci dalam pengembangan industri daging nasional. Rantai pasok daging Indonesia masih menghadapi tantangan seperti ketidakkonsistenan mutu bahan baku, fasilitas RPH yang belum modern, serta tingginya risiko kontaminasi. Penelitian Kurniawan et al. (2020) menekankan bahwa penguatan keterhubungan peternak, RPH, dan industri harus dilakukan secara terstruktur untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas pasokan.

Selain itu, peningkatan kapasitas sumber daya manusia merupakan elemen penting yang tidak dapat diabaikan. Pelatihan mengenai sanitasi, teknik pemotongan higienis, penerapan HACCP, serta pengendalian mutu perlu dilakukan secara intensif. Industri juga perlu mengadopsi teknologi digital dalam sistem inspeksi internal agar lebih efisien dan akurat.

Kolaborasi antara pemerintah, lembaga riset, universitas, dan dunia industri diperlukan untuk mendorong penelitian-penelitian inovatif. Pengembangan teknologi traceability, sensor IoT, kemasan cerdas, serta pengolahan daging berbasis enzim menjadi fokus riset masa depan. Penguatan kolaborasi ini akan mempercepat modernisasi industri daging Indonesia dan meningkatkan daya saing di era globalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadala, L., & Rawdah, T. (2021). Meat safety and regulatory frameworks in developing countries. *Food Control*, 123, 107802.
- Ahmad, R., et al. (2022). Advances in HACCP implementation in meat industries. *Journal of Food Protection*, 85(4), 612–622.
- Alamri, M. S., et al. (2023). Halal certification challenges in the global meat supply chain. *Trends in Food Science & Technology*, 139, 104093.
- Alvarado, C., & Wells, J. (2021). Food safety management systems in meat processing. *Meat Science*, 176, 108–115.
- Bai, Y., et al. (2022). Microbial contamination in meat products: A global review. *International Journal of Food Microbiology*, 361, 109482.
- Barido, F. H., & Lee, S. (2020). Quality attributes of processed meat. *Meat Science*, 164, 108090.
- Chowdhury, T., et al. (2024). Antibiotic residues and AMR in livestock products. *One Health*, 18, 100580.
- Codex Alimentarius Commission (2023). Food safety standards for meat products. FAO/WHO.
- D’Amico, P., et al. (2021). Sustainability issues in global meat chains. *Sustainability*, 13, 9950.
- Darmawan, A., et al. (2023). Implementation of CPPOB in Indonesian meat industry. *Jurnal Ilmu Pangan*, 17(2), 89–102.
- FAO (2024). Global meat market review. FAO Publications.

- Fletcher, A. (2022). Halal integrity in processed foods. *Food Research International*, 151, 110852.
- Huang, H., et al. (2021). Smart packaging for meat products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 74, 102827.
- Jones, M., et al. (2020). IoT in cold-chain management. *Food Control*, 114, 107216.
- Kurniawan, D., et al. (2020). Meat quality and consumer preferences in Southeast Asia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(12), 1965–1973.
- Lee, H. (2023). Plant-based meat technology and commercialization. *Food Reviews International*, 39(7), 428–450.
- Leong, J. (2022). Cultured meat policy development. *Nature Food*, 3, 594–601.
- Mulyani, S., et al. (2021). Review of Indonesian meat standardization. *Jurnal Standardisasi*, 23(1), 18–32.
- OECD–FAO (2023). *Agricultural Outlook: Livestock and Meat*.
- Rahman, Z., et al. (2024). Enzyme technology in meat processing. *Journal of Food Biochemistry*, 48(1), e14327.
- Rizkyanto, R., & Ulfah, M. (2025). Kesehatan dan Penerimaan Konsumen Terhadap Plant-Based Food Di Indonesia: Studi Literatur. *JUKEJ: Jurnal Kesehatan Jompa*, 4(2), 658-663.
- Rizkyanto, R., Karseno, & Setyawati, R. (2019). Pengaruh campuran bubuk sirih hijau, bubuk kapur dan bubuk kulit buah manggis pada laru alami terhadap sifat sensori gulakelapa cetak. *Agricultural Research Journal*,

15(1), 55–63.

Samapundo, S., et al. (2020). Pathogens in ready-to-eat meat. *Food Microbiology*, 92, 103586.

Tan, M., et al. (2023). Clean label strategies in processed meat. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(2), 987–1004.

WHO (2021). Antimicrobial resistance in livestock food chains.

Yamada, Y., et al. (2024). Meat fortification and functional meat innovation. *Nutrients*, 16(5), 1102.

Zhang, L., et al. (2022). Technological innovation in meat quality improvement. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(14), 3741–3753.

BIODATA PENULIS



Citra Nurma Yunita, S.Pt., M.Pt.

Dosen Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak
Universitas Muhammadiyah Kotabumi

Penulis lahir di Blitar, 17 Oktober 2000. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Universitas Muhammadiyah Kotabumi, Lampung Utara. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Peternakan Universitas Brawijaya, dan Pendidikan S2 Ilmu Ternak Universitas Brawijaya. Penulis memiliki ketertarikan dalam bidang pengolahan pangan. Keterlibatan penulis dalam berbagai penelitian dan pengembangan, menjadikan penulis terinspirasi untuk menggali lebih dalam mengenai teknologi dan inovasi yang dapat meningkatkan kualitas produk pangan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: citra.nurma.yunita@umko.ac.id

BIODATA PENULIS



Prof.Dr.Dra.Miksusanti.M.Si

Dosen Farmasi /Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Sriwijaya

Penulis lahir di Bengkalias 1968. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Farmasi dan kimiaKi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Publishing. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kimia dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kimia dan S3 di Kimia Pangan. Penulis menekuni bidang Menulis tentang Kimia, Farmasi dan Pangan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: miksusanti@unsri.ac.id

BIODATA PENULIS



Prof.Dr.Ir. I Ketut Budaraga,MSi.CIRR

Prof.Dr.Ir. I Ketut Budaraga, MSi. CIRR lahir di Desa Bulian Kecamatan Kubutambahan Kabupaten Buleleng pada tanggal 22 Juli 1968. Menamatkan SD No.1 Bulian tahun 1982, SMP 1 Singaraja tahun 1984. SMA Lab Unud Singaraja tahun 1987. Melanjutkan ke Fakultas Pertanian Universitas Mataram tahun 1987 dan tamat 1992. Melanjutkan pendidikan S2 tahun 1995 Ke Pasca sarjana program studi Teknik Pasca Panen IPB tamat 1998. Diberikan kesempatan lanjut ke S3 Ilmu pertanian tamat tahun 2016. Diangkat sebagai Dosen PNSD ke Kopertis Wilayah X Padang di tempatkan di Universitas Ekasakti di Fakultas Pertanian pada program studi Teknologi Hasil Pertanian, terakhir diberikan kepercayaan menjadi guru besar bidang ilmu Teknologi Pengolahan mulai terhitung 1 Agustus 2023. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: iketutbudaraga@unespadang.ac.id

BIODATA PENULIS



Yunus Syafie, S.Pt., M.Sc

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Khairun

Penulis lahir di Ternate tanggal 9 November 1974. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Khairun, Menamatkan S1 tahun 2002, di Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado, menamatkan Magister (S2) tahun 2012 pada Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Jokjakarta. Memulai karir sebagai staf dosen pada Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian Universitas Khairun, Ternate sejak tahun 2002, selama meniti karir pernah menjalankan beberapa tugas tambahan yaitu sebagai ketua Program Studi Peternakan tahun dari tahun 2011-2022, Bergabung dengan pusat studi penelitian ternak (PUSPITNAK) semenjak (2012), Pengalaman penelitian sebagai tim ahli penelitian tentang Master Plan Peternakan berbasis kepulauan diprovinsi Maluku

Utara,(2013), pada tahun 2020 menjadi Tim Ahli Kajian "Strategi Penanganan Ekonomi Terdampak Covid-19 Bidang Peternakan" Kerjasama LP2M Universitas Khairun dan Balitbangda Provinsi Maluku Utara, pada tahun 2021 dipercayakan menjadi tim ahli Pengembangan dan Penelitian Peternakan Ayam Broiler system modern dikampus IV Universitas Khairun, Penulis juga memiliki pengalaman dalam berbagai organisasi profesional antara lain Wakil Ketua DPW Maluku Utara Ikatan Insinyur dan Peternakan Indonesia DPW_ISPI Malut) dari Tahun 2003- sekarang, Menjadi Anggota Himpunan Ilmuan Peternakan Indonesia Maluku Utara (Hilpi-Malut) tahun 2012-sekarang, Menjadi Anggota FPPTPI Thn 2012-2022, Penulis juga dipercayakan mengemban amanah tugas tambahan lainnya yaitu anggota senat Fakultas tahun 2003-2005 dan tahun 2012-2022, dan Anggota Senat Universitas Khairun periode Tahun 2022-2026.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: yunus.syafie@unkhair.ac.id

BIODATA PENULIS



Sri Lestari, S.Pt.,MP

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Khairun

Penulis lahir di Purworejo pada tanggal 07 Desember 1971. Penulis sejak tahun 2006 adalah dosen tetap pada Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Khairun. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Peternakan Universitas Tadulako dan melanjutkan S2 pada Jurusan Sistem Sistem Pertanian pada Universitas Hasanuddin. Penulis pernah menerbitkan buku di tahun 2024 dengan judul 'Fisiologi Produksi Ternak Perah' Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: tari.kiss@yahoo.co.id

BIODATA PENULIS



Asma Bio Kimestri, S.Pt., M.Sc

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan Universitas Halu Oleo

Penulis lahir di Watampone 15 Desember 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Halu Oleo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada prodi Teknologi Hasil Ternak Jurusan Peternakan Universitas Hasanuddin dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Peternakan Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang Menulis dan sebagai editor Jurnal Nasional JIPHO. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: asma.bio@uho.ac.id

BIODATA PENULIS



Prof. Dr. Fatma Maruddin, S.Pt., M.P.

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin

lahir di Ujung Pandang (Makassar), 13 Agustus 1975. Meraih gelar S1 Peternakan Universitas Hasanuddin, S2 Ilmu dan Teknologi Pangan (konsentrasi Peternakan) Universitas Hasanuddin, dan S3 Peternakan Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjabat sebagai Guru Besar dan dosen Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Bidang keahlian utama: Ilmu dan Teknologi Pengolahan Susu, dengan banyak penelitian, publikasi dan paten terkait produk olahan susu seperti kasein, susu fermentasi, dangke, susu pasteurisasi/sterilisasi, nata de whey dangke, dan edible film. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7976-0728>. Dapat dihubungi melalui email: fatma_maruddin@unhas.ac.id.

BIODATA PENULIS



Irfan Fadhlurrohman

Dosen Teknologi Hasil Ternak Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman

Penulis lahir di Bogor tanggal 17 Februari 1999. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 dan S2 pada Jurusan Peternakan dengan Bidang Kajian Teknologi Hasil Ternak di Universitas Jenderal Soedirman pada tahun 2021 dan 2022. Penulis merupakan penerima hibah Penelitian Tesis Magister (PTM) 2022 pada Program Kompetitif Nasional dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dengan nomor kontrak 0267/E5/AK.04/2022. Berkat pendanaan tersebut, Penulis berhasil lulus S2 selama 15 bulan dengan meraih penghargaan sebagai Lulusan Terbaik Program Magister Universitas Jenderal Soedirman dengan IPK tertinggi dan waktu studi tercepat. Penulis juga pernah mendapatkan penghargaan sebagai *Best Presenter* pada *5th International Conference on Multidisciplinary Approaches for Sustainable Rural Development* tahun 2022. Setelah melewati berbagai

proses seleksi ASN di tahun 2023, pada awal tahun 2024 penulis resmi menjadi Dosen Termuda Universitas Jenderal Soedirman di usia 24 tahun. Fokus penelitian Penulis yaitu pada Pascapanen dan Pengolahan Hasil Ternak. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: irfadhlur@gmail.com atau irfan.fadhlurrohman@unsoed.ac.id.

BIODATA PENULIS



Dr. Ir. Sugiarto, S.Pt., MP., IPM.

Dosen Program Studi Peternakan
Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako

Sugiarto merupakan dosen pada Program studi Peternakan Jurusan Peternakan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako. Pendidikan S1 pada Fakultas Pertanian Jurusan Peternakan Universitas Tadulako pada Tahun 1989 dan lulus 1994, kemudian melanjutkan pendidikan jenjang S2 pada program studi Ilmu Ternak Program Pascasarjana Universitas Padjajaran Bandung pada Tahun 2001 dan lulus pada tahun 2004, Kemudian melanjutkan pendidikan jenjang S3 pada program studi Ilmu Ternak Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang Tahun 2010 dan lulus pada tahun 2014. Pendidikan Profesi Insinyur pada Fakultas Teknik Universitas Mulawarman Samarinda Tahun 2019 dan Insinyur Profesional Madya Tahun 2020 pada Universitas Gadjah Mada. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail sugiarto@untad.ac.id

BIODATA PENULIS



Nilawati

Dosen Program Studi Teknologi Produksi Ternak
Jurusan PKH Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

Penulis lahir di Bukittinggi tanggal 07 Juli 1970. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Produksi Ternak, Jurusan PKH Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Produksi Ternak (1993) dan melanjutkan S2 pada Ilmu Ternak (1998) Universitas Andalas Padang. Mulai aktif mengajar tahun 1995 pada bidang ilmu peternakan dan telah mempunyai sertifikat asesor dalam bidang Perunggasan Level 6 dan Supervisor Farm Unggas Pedaging. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: nilawatikembarbd@gmail.com

BIODATA PENULIS



Ridwan Rizkyanto, S.TP., M.Sc

Dosen Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas

Penulis adalah dosen tetap pada Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Universitas Andalas sejak tahun 2024. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan di Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) Purwokerto dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan di Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta. Saat ini penulis menekuni minat riset yang meliputi pengolahan produk pangan, perilaku konsumen, analisa sensoris, keamanan pangan, Pengemasan serta pertanian organik dan berkelanjutan.