



Dr. Anwar Lubis, S.KM., M.Si

# Mikrobiologi Pangan



Editor:  
Ismi Irfiyanti Fachruddin, S.Gz., M.Gizi

# MIKROBIOLOGI PANGAN

Dr. Anwar Lubis, S.KM., M.Si



**Tahta Media Group**

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

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

### Pembatasan Pelindungan Pasal 26

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

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

### Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

# **MIKROBIOLOGI PANGAN**

Penulis:

Dr. Anwar Lubis, S.KM., M.Si

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Ismi Irfiyanti Fachruddin, S.Gz., M.Gizi

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

xi, 150, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-321-3

Cetakan Pertama:

Oktober 2026

---

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab penerbit

---

**Copyright © 2026 by Tahta Media Group**

All Right Reserved

## **PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP**

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,  
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: [tahtaliterasimedia@gmail.com](mailto:tahtaliterasimedia@gmail.com)

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan Semesta Alam, karena berkat rahmat-Nya buku ajar *Mikrobiologi Pangan* ini dapat diselesaikan. Buku ini disusun untuk mendukung pemahaman pembaca mengenai konsep mikrobiologi pangan secara menyeluruh, dengan fokus pada sumber kontaminasi mikroorganisme, faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba, pemanfaatan mikroorganisme, serta strategi pengendalian pertumbuhan mikroba pada pangan.

Penulisan buku ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan bahan bacaan mikrobiologi pangan yang tidak hanya menyajikan konsep teoretis, tetapi juga mengaitkannya secara langsung dengan konteks praktis industri tata boga dan jasa pangan di Indonesia. Melalui pendekatan ini, pembaca diharapkan tidak sekadar menghafal fakta-fakta mengenai mikroorganisme, melainkan benar-benar memahami mengapa dan bagaimana prinsip mikrobiologi pangan perlu diterapkan dalam pekerjaan sehari-hari, baik sebagai calon praktisi kuliner, pengelola usaha jasa boga, maupun tenaga pendidik di bidang terkait.

Kami menyampaikan apresiasi kepada sejawat dan mitra bestari yang telah memberikan masukan konstruktif terhadap kelayakan isi buku ini. Semoga buku ajar ini bermanfaat sebagai referensi bagi mahasiswa, dosen, dan praktisi di bidang mikrobiologi pangan, serta berkontribusi pada peningkatan kompetensi analisis risiko, kemampuan merancang strategi pengendalian mikroba, dan pemahaman mendalam mengenai kaitan antara pertumbuhan mikroorganisme dengan mutu dan keamanan pangan.

## **PRAKATA**

Buku ajar ini disusun sebagai bahan bacaan dan referensi bagi mahasiswa, dosen, maupun praktisi di bidang tata boga, gizi, dan pangan yang ingin memahami mikrobiologi pangan secara menyeluruh. Materi disajikan secara bertahap, dimulai dari konsep dasar mikrobiologi pangan, karakteristik mikroorganisme, sumber kontaminasi, faktor-faktor pertumbuhan mikroba, hingga pemanfaatan dan pengendalian mikroorganisme perusak pangan.

Setiap bab dilengkapi dengan capaian pembelajaran, uraian materi yang didukung literatur mutakhir, rangkuman, serta latihan soal dan studi kasus yang dirancang agar pembaca dapat mengaplikasikan konsep pada permasalahan nyata di industri pangan. Sedapat mungkin, penulis berupaya mengaitkan setiap konsep mikrobiologis dengan contoh konkret yang relevan dengan konteks tata boga dan kekayaan kuliner Indonesia, termasuk pangan fermentasi tradisional Nusantara, dengan harapan pembaca dapat lebih mudah menghubungkan teori dengan pengalaman dan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya.

Makassar, 2026

Penulis

# DAFTAR ISI

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                                                 | <b>iv</b> |
| <b>PRAKATA.....</b>                                                                                        | <b>v</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                                    | <b>vi</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                                             | <b>1</b>  |
| Capaian Pembelajaran .....                                                                                 | 1         |
| A. Konteks Dan Kepentingan Mikrobiologi Pangan Dalam Industri Tata Boga.....                               | 2         |
| B. Kedudukan Mikrobiologi Pangan Dalam Ilmu Pangan Dan Kesehatan Masyarakat .....                          | 3         |
| C. Perkembangan Dan Tantangan Mikrobiologi Pangan Di Era Modern.....                                       | 4         |
| D. Gambaran Umum Isi Buku .....                                                                            | 5         |
| E. Kompetensi Yang Dibangun Melalui Buku Ini .....                                                         | 6         |
| F. Tantangan Etika Dan Tanggung Jawab Profesi Dalam Keamanan Pangan .....                                  | 8         |
| G. Beban Global Penyakit Bawaan Pangan: Mengapa Mikrobiologi Pangan Menjadi Isu Kesehatan Masyarakat ..... | 9         |
| H. Peluang Karier Yang Membutuhkan Kompetensi Mikrobiologi Pangan .....                                    | 10        |
| I. Cara Membaca Dan Memanfaatkan Buku Ajar Ini Secara Efektif .....                                        | 12        |
| J. Keterkaitan Antarbab: Membangun Pemahaman Yang Utuh .....                                               | 13        |
| K. Rangkuman .....                                                                                         | 14        |
| L. Latihan Soal.....                                                                                       | 15        |
| <b>BAB II KONSEP DASAR MIKROBIOLOGI PANGAN .....</b>                                                       | <b>17</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                                                                 | 17        |
| A. Definisi Mikrobiologi Pangan.....                                                                       | 18        |

|                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| B. Ruang Lingkup Mikrobiologi Pangan .....                                                           | 19        |
| C. Peran Mikroorganisme Dalam Pangan.....                                                            | 20        |
| D. Jenis Mikroorganisme Yang Terkait Pangan .....                                                    | 21        |
| E. Sejarah Perkembangan Mikrobiologi Pangan .....                                                    | 23        |
| F. Hubungan Mikrobiologi Pangan Dan Keamanan Pangan.....                                             | 24        |
| G. Aplikasi Mikrobiologi Dalam Industri Pangan .....                                                 | 25        |
| H. Metode Analisis Mikrobiologis Dasar Dalam Pangan .....                                            | 26        |
| I. Standar Mutu Mikrobiologis Pangan Di Indonesia.....                                               | 28        |
| J. Peran Lembaga Dan Organisasi Internasional Dalam<br>Mikrobiologi Pangan .....                     | 29        |
| K. Mikroskopi Sebagai Alat Bantu Dasar Pengamatan Mikroba                                            | 30        |
| L. Rangkuman .....                                                                                   | 31        |
| M. Latihan Soal.....                                                                                 | 32        |
| <b>BAB III KARAKTERISTIK MIKROORGANISME (BAKTERI,<br/>KAPANG, DAN KHAMIR) PADA BAHAN PANGAN.....</b> | <b>34</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                                                           | 34        |
| A. Bakteri Pada Bahan Pangan .....                                                                   | 35        |
| B. Kapang (Mold) Pada Bahan Pangan.....                                                              | 37        |
| C. Khamir ( <i>Yeast</i> ) Pada Bahan Pangan.....                                                    | 38        |
| D. Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme<br>Pada Pangan.....                           | 40        |
| E. Kurva Pertumbuhan Mikroba Pada Pangan .....                                                       | 40        |
| F. Mikroorganisme Lain Yang Perlu Diwaspadai: Virus Dan<br>Parasit.....                              | 42        |
| G. Eksotoksin Dan Endotoksin: Dua Mekanisme Bakteri<br>Menimbulkan Penyakit.....                     | 43        |
| H. Signifikansi Karakteristik Mikroorganisme Dalam<br>Pengendalian Pangan.....                       | 45        |
| I. Resistensi Antimikroba Pada Bakteri Bawaan Pangan .....                                           | 46        |
| J. Komunitas Mikroba Campuran: Konsep Mikrobiota Pangan                                              | 47        |

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| K. Rangkuman .....                                                    | 48        |
| L. Latihan Soal.....                                                  | 49        |
| <b>BAB IV SUMBER KONTAMINASI MIKROORGANISME PADA PANGAN .....</b>     | <b>51</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                            | 51        |
| A. Konsep Kontaminasi Mikroorganisme .....                            | 52        |
| B. Sumber Kontaminasi Dari Lingkungan.....                            | 53        |
| C. Sumber Kontaminasi Dari Bahan Baku .....                           | 55        |
| D. Sumber Kontaminasi Dari Pekerja.....                               | 56        |
| E. Sumber Kontaminasi Dari Peralatan Dan Permukaan Sentuh Pangan..... | 57        |
| F. Sumber Kontaminasi Dari Proses Produksi .....                      | 59        |
| G. Sumber Kontaminasi Dari Distribusi Dan Penyimpanan .....           | 60        |
| H. Dampak Kontaminasi Terhadap Keamanan Dan Mutu Pangan.....          | 61        |
| I. Hama Dan Hewan Sebagai Vektor Kontaminasi .....                    | 62        |
| J. Ketertelusuran Sebagai Strategi Pengendalian Kontaminasi .....     | 63        |
| K. Metode Sanitasi: Perbandingan Pendekatan Fisik Dan Kimia .....     | 65        |
| L. Rangkuman .....                                                    | 66        |
| M. Latihan Soal.....                                                  | 67        |
| N. Studi Kasus .....                                                  | 67        |
| <b>BAB V MIKROORGANISME DOMINAN PADA BEBERAPA JENIS PANGAN .....</b>  | <b>69</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                            | 69        |
| A. Konsep Mikroorganisme Dominan Dalam Pangan.....                    | 70        |
| B. Mikroorganisme Dominan Pada Pangan Asal Hewan .....                | 71        |
| C. Mikroorganisme Dominan Pada Pangan Asal Tumbuhan ....              | 73        |
| D. Mikroorganisme Dominan Pada Produk Fermentasi.....                 | 74        |
| E. Mikroorganisme Dominan Pada Pangan Olahan Siap Saji ....           | 75        |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| F. Faktor Yang Menentukan Dominasi Mikroba Pada Pangan..                                   | 76        |
| G. Metode Identifikasi Mikroorganisme Dominan Pada Pangan.....                             | 78        |
| H. Mikroorganisme Dominan Pada Pangan Fungsional Dan Probiotik.....                        | 79        |
| I. Teknologi Biosensor Untuk Deteksi Dini Mikroba Dominan                                  | 80        |
| J. Interaksi Antarmikroba Dalam Komunitas Pada Pangan Multikomponen .....                  | 82        |
| K. Variasi Mikroba Dominan Akibat Perbedaan Geografis Dan Iklim .....                      | 83        |
| L. Rangkuman.....                                                                          | 84        |
| M. Latihan Soal.....                                                                       | 85        |
| <b>BAB VI FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN MIKROORGANISME PADA PANGAN .....</b> | <b>87</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                                                 | 87        |
| A. Faktor Intrinsik Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba .....                            | 88        |
| B. Faktor Ekstrinsik Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba .....                           | 91        |
| C. Interaksi Antar Faktor.....                                                             | 93        |
| D. Penerapan Pemahaman Faktor Pertumbuhan Dalam Pengendalian Mikroba.....                  | 94        |
| E. Pemodelan Pertumbuhan Mikroba (Mikrobiologi Prediktif).                                 | 96        |
| F. Kemasan Aktif Dan Cerdas Sebagai Faktor Ekstrinsik Modern.....                          | 97        |
| G. Sistem Dapar ( <i>Buffer</i> ) Alami Dan Kapasitas Penyangga Ph Pangan.....             | 98        |
| H. Efek Gabungan Suhu Dan Aktivitas Air: Konsep Isoterm Sorpsi Kelembaban .....            | 99        |

|                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| I. Senyawa Antimikroba Alami Sebagai Faktor Intrinsik<br>Tambahan.....              | 101        |
| J. Rangkuman.....                                                                   | 102        |
| K. Latihan Soal.....                                                                | 103        |
| L. Studi Kasus .....                                                                | 104        |
| <b>BAB VII PEMANFAATAN MIKROORGANISME PADA<br/>PANGAN .....</b>                     | <b>105</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                                          | 105        |
| A. Konsep Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Industri<br>Pangan.....                  | 106        |
| B. Pemanfaatan Dalam Fermentasi Pangan.....                                         | 107        |
| C. Pemanfaatan Mikroba Dalam Produksi Senyawa<br>Fungsional.....                    | 110        |
| D. Peran Mikroba Dalam Peningkatan Nilai Gizi Dan Kesehatan<br>Pangan.....          | 111        |
| E. Menilai Potensi Risiko Penggunaan Mikroorganisme .....                           | 112        |
| F. Perkembangan Teknologi Starter Dan Arah Masa Depan<br>Fermentasi Pangan.....     | 114        |
| G. Regulasi Dan Standar Keamanan Produk Fermentasi .....                            | 115        |
| H. Potensi Pengembangan Produk Fermentasi Berbasis Kearifan<br>Lokal Indonesia..... | 117        |
| I. Mengenali Dan Mengatasi Kegagalan Fermentasi .....                               | 118        |
| J. Rangkuman.....                                                                   | 119        |
| K. Studi Kasus .....                                                                | 120        |
| <b>BAB VIII MIKROORGANISME PERUSAK PANGAN .....</b>                                 | <b>123</b> |
| Capaian Pembelajaran .....                                                          | 123        |
| A. Mengelompokkan Mikroorganisme Perusak Pangan (Bakteri,<br>Khamir, Kapang).....   | 124        |
| B. Contoh Kasus Kerusakan Produk Pangan Yang Disebabkan<br>Mikroba Tertentu .....   | 125        |

|                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| C. Hubungan Antara Faktor Intrinsik Dan Ekstrinsik Dengan Kecepatan Kerusakan Pangan .....             | 127        |
| D. Analisis Risiko Kerusakan Pada Satu Produk Pangan Nyata .....                                       | 128        |
| E. Strategi Pencegahan Dan Pengendalian Kerusakan Pangan Selaras Konsep <i>Hurdle Technology</i> ..... | 130        |
| F. Indikator Sensori Dan Kimia Kerusakan Pangan .....                                                  | 131        |
| G. Kerugian Ekonomi Akibat Kerusakan Pangan Oleh Mikroba .....                                         | 132        |
| H. Merangkai Keseluruhan Buku: Dari Pengenalan Hingga Pengendalian .....                               | 134        |
| I. Zona Bahaya Suhu Dan Pedoman Waktu Penyajian Pangan .....                                           | 135        |
| J. Analisis Akar Penyebab ( <i>Root Cause Analysis</i> ) Pada Kasus Kerusakan Pangan .....             | 136        |
| K. Rangkuman .....                                                                                     | 138        |
| L. Latihan Soal .....                                                                                  | 139        |
| M. Studi Kasus .....                                                                                   | 139        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                                            | <b>141</b> |
| <b>GLOSARIUM .....</b>                                                                                 | <b>147</b> |
| <b>PROFIL PENULIS .....</b>                                                                            | <b>150</b> |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Memahami ruang lingkup dan kedudukan mikrobiologi pangan sebagai salah satu bidang kajian penting dalam ilmu pangan dan tata boga.
2. Menjelaskan keterkaitan antara mikrobiologi pangan dengan keamanan, mutu, dan nilai tambah produk pangan.
3. Memahami garis besar isi buku, mulai dari konsep dasar, karakteristik mikroorganisme, sumber kontaminasi, faktor pertumbuhan, hingga pemanfaatan dan pengendalian mikroorganisme pada pangan.

Mikrobiologi Pangan adalah cabang ilmu mikrobiologi yang mempelajari keberadaan, karakteristik, interaksi, dan dampak mikroorganisme dalam bahan pangan, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Cakupan kajian meliputi identifikasi jenis mikroorganisme yang sering ditemukan pada pangan, sumber kontaminasi, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya, hingga metode pengendalian yang tepat. Bidang ini juga menitikberatkan pada pemanfaatan mikroorganisme untuk produksi pangan, seperti fermentasi dalam pembuatan tempe, yoghurt, dan roti. Selain itu, dibahas pula peran mikroba dalam proses pembusukan serta risiko kesehatan yang ditimbulkan oleh mikroba patogen.

Pemahaman mikrobiologi pangan menjadi bekal penting bagi siapa pun yang berkecimpung di industri pangan dan tata boga, karena keberadaan mikroorganisme memengaruhi hampir seluruh

mata rantai produksi pangan, mulai dari bahan baku, proses pengolahan, penyimpanan, hingga produk siap konsumsi. Dengan memahami karakteristik dan perilaku mikroorganisme, pelaku industri dapat merancang strategi pengendalian yang realistis dan efektif, termasuk penerapan prinsip *hurdle technology* untuk memperpanjang umur simpan dan menjaga keamanan pangan.

## **A. KONTEKS DAN KEPENTINGAN MIKROBIOLOGI PANGAN DALAM INDUSTRI TATA BOGA**

Industri tata boga, mulai dari usaha katering kecil hingga restoran dan hotel berskala besar, pada dasarnya adalah industri yang bekerja setiap hari dengan bahan-bahan yang mudah rusak dan rawan mikroba: daging, ikan, telur, susu, sayuran, dan berbagai bahan pangan segar lainnya. Setiap tahap pekerjaan seorang praktisi tata boga, mulai dari pemilihan bahan baku di pasar, penyimpanan di dapur, persiapan, pemasakan, hingga penyajian kepada tamu, sesungguhnya adalah rangkaian keputusan yang menentukan apakah mikroorganisme yang ada pada pangan tersebut akan terkendali atau justru berkembang menjadi ancaman. Seorang juru masak atau pengelola dapur yang tidak memahami dasar-dasar mikrobiologi pangan berisiko membuat keputusan yang tampak sepele namun berakibat fatal, misalnya membiarkan daging mentah dan sayuran matang berada dalam satu wadah yang sama, atau menyimpan makanan matang pada suhu ruang terlalu lama sebelum disajikan.

Data keracunan pangan dari berbagai negara secara konsisten menunjukkan bahwa sebagian besar kasus keracunan pangan justru berasal dari usaha jasa boga dan katering, bukan dari industri pangan skala besar yang umumnya sudah menerapkan sistem manajemen mutu yang ketat. Hal ini terjadi karena usaha jasa boga sering kali

beroperasi dengan waktu persiapan yang singkat, volume produksi yang berfluktuasi, serta tenaga kerja yang berganti-ganti dan belum tentu terlatih secara memadai dalam praktik higiene pangan. Dalam konteks inilah pemahaman mikrobiologi pangan menjadi kompetensi yang tidak dapat ditawar bagi lulusan program studi tata boga, karena kompetensi ini akan langsung memengaruhi keselamatan tamu atau konsumen yang mereka layani setiap hari.

Selain aspek keamanan, pemahaman mikrobiologi pangan juga membuka wawasan praktisi tata boga terhadap potensi kreatif dari mikroorganisme itu sendiri. Banyak hidangan dan bahan pangan bercita rasa khas justru lahir dari proses fermentasi yang dikendalikan secara sengaja, seperti keju, yoghurt, tempe, kimchi, dan berbagai produk acar tradisional. Seorang praktisi tata boga yang memahami mikrobiologi pangan tidak hanya mampu mencegah kerusakan dan bahaya, tetapi juga mampu memanfaatkan mikroorganisme secara kreatif untuk menciptakan produk dan hidangan baru yang memiliki nilai jual dan keunikan tersendiri.

## **B. KEDUDUKAN MIKROBIOLOGI PANGAN DALAM ILMU PANGAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT**

Mikrobiologi pangan tidak berdiri sendiri, melainkan merupakan titik temu dari beberapa bidang ilmu yang saling melengkapi. Dari sisi ilmu pangan, mikrobiologi pangan berkaitan erat dengan ilmu dan teknologi pangan (*food science and technology*), karena banyak metode pengolahan dan pengawetan pangan pada dasarnya dirancang untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme, baik melalui pemanasan, pendinginan, pengeringan, fermentasi, maupun penambahan bahan pengawet. Dari sisi kesehatan masyarakat, mikrobiologi pangan berkontribusi langsung terhadap upaya

pencegahan penyakit bawaan pangan (*foodborne disease*), yang hingga saat ini masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat utama di banyak negara, termasuk Indonesia.

Keterkaitan mikrobiologi pangan dengan kesehatan masyarakat dapat dilihat dari peran pentingnya dalam sistem pengawasan pangan nasional. Lembaga seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) dan Dinas Kesehatan menggunakan prinsip-prinsip mikrobiologi pangan sebagai dasar dalam menetapkan standar mutu mikrobiologis produk pangan, melakukan investigasi kejadian luar biasa (KLB) keracunan pangan, serta merancang regulasi keamanan pangan bagi industri rumah tangga maupun industri besar. Dengan demikian, mikrobiologi pangan bukan sekadar mata kuliah teoretis, melainkan landasan ilmiah bagi kebijakan dan praktik keamanan pangan yang berlaku secara luas di masyarakat.

Mikrobiologi pangan juga beririsan dengan bidang gizi, karena aktivitas mikroorganisme dapat memengaruhi nilai gizi suatu pangan, baik secara positif (misalnya peningkatan ketersediaan asam amino dan vitamin B kompleks melalui fermentasi) maupun secara negatif (misalnya penguraian protein dan lemak oleh mikroba pembusuk yang menurunkan nilai gizi dan menghasilkan senyawa berbahaya). Oleh karena itu, kompetensi mikrobiologi pangan menjadi salah satu fondasi penting yang saling melengkapi dengan kompetensi gizi dan kuliner dalam kurikulum program studi tata boga.

### **C. PERKEMBANGAN DAN TANTANGAN MIKROBIOLOGI PANGAN DI ERA MODERN**

Mikrobiologi pangan terus berkembang seiring dengan perubahan pola konsumsi masyarakat dan kemajuan teknologi pangan. Salah satu tren yang menjadi tantangan tersendiri adalah meningkatnya permintaan terhadap pangan minim proses (*minimally*

*processed food*), seperti sayuran potong siap saji, jus dingin tanpa pasteurisasi, dan produk segar dalam kemasan. Produk-produk semacam ini pada umumnya memiliki umur simpan lebih pendek dan risiko mikrobiologis lebih tinggi dibandingkan produk yang diproses secara konvensional, karena tahapan pengawetan yang dikurangi demi mempertahankan kesegaran, rasa, dan nilai gizi alami produk.

Tantangan lain datang dari perubahan pola distribusi pangan yang semakin global dan kompleks. Bahan pangan kini dapat berpindah dari satu benua ke benua lain dalam hitungan hari, sehingga satu sumber kontaminasi di satu wilayah berpotensi menyebabkan dampak kesehatan yang meluas ke berbagai negara. Perkembangan teknologi juga membawa peluang baru dalam pengendalian mikroba pangan, misalnya melalui metode deteksi molekuler yang lebih cepat dan sensitif, penggunaan kemasan aktif dan cerdas (*active and intelligent packaging*) yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba atau memberi indikasi visual bila produk mulai rusak, serta pemanfaatan kultur protektif alami sebagai alternatif pengawet kimia sintesis.

Bagi lulusan program studi tata boga, memahami tren dan tantangan ini penting agar mereka mampu beradaptasi dengan tuntutan industri yang terus berubah, tidak hanya menguasai teknik memasak dan menyajikan hidangan, tetapi juga memahami bagaimana menjaga keamanan pangan dalam konteks pola konsumsi dan teknologi yang terus berkembang.

#### **D. GAMBARAN UMUM ISI BUKU**

Buku ajar ini disusun secara bertahap agar pembaca dapat membangun pemahaman dari konsep paling dasar menuju konsep yang lebih aplikatif. BAB II mengantarkan pembaca pada konsep dasar

mikrobiologi pangan, meliputi definisi, ruang lingkup, peran mikroorganisme, serta sejarah singkat perkembangan bidang ilmu ini. BAB III membahas karakteristik tiga kelompok mikroorganisme utama pada pangan, yaitu bakteri, kapang, dan khamir, sebagai bekal untuk mengenali sifat masing-masing kelompok mikroba.

BAB IV menguraikan berbagai sumber kontaminasi mikroorganisme pada pangan, mulai dari lingkungan, bahan baku, pekerja, peralatan, hingga proses distribusi dan penyimpanan. BAB V melanjutkan dengan membahas mikroorganisme yang secara khas mendominasi berbagai jenis pangan, baik pangan asal hewan, pangan asal tumbuhan, produk fermentasi, maupun pangan olahan siap saji. BAB VI membahas secara mendalam faktor intrinsik dan ekstrinsik yang menentukan laju pertumbuhan mikroorganisme pada pangan, sebagai dasar ilmiah untuk merancang strategi pengawetan.

BAB VII mengangkat sisi positif mikrobiologi pangan, yaitu pemanfaatan mikroorganisme dalam industri pangan, khususnya dalam proses fermentasi dan produksi senyawa fungsional. Terakhir, BAB VIII membahas mikroorganisme perusak pangan secara spesifik, termasuk cara menganalisis risiko kerusakan dan merancang strategi pencegahannya. Dengan alur ini, pembaca diharapkan mampu membangun pemahaman yang utuh, mulai dari mengenal mikroba, memahami sumber dan faktor yang memengaruhi pertumbuhannya, hingga mampu merancang strategi pemanfaatan dan pengendaliannya secara aplikatif di industri tata boga dan pangan.

## **E. KOMPETENSI YANG DIBANGUN MELALUI BUKU INI**

Setelah menuntaskan seluruh rangkaian materi dalam buku ajar ini, pembaca diharapkan memiliki seperangkat kompetensi yang saling terkait dan membentuk satu kesatuan utuh dalam mengelola

aspek mikrobiologis pangan. Kompetensi pertama adalah kemampuan kognitif, yaitu memahami konsep, prinsip, dan terminologi dasar mikrobiologi pangan secara benar, sehingga mampu menjelaskan mengapa suatu fenomena kerusakan atau keamanan pangan terjadi, bukan sekadar menghafal daftar nama mikroba dan penyakit yang ditimbulkannya. Pemahaman konseptual inilah yang membedakan seorang praktisi yang benar-benar kompeten dengan seseorang yang hanya mengikuti prosedur secara mekanis tanpa memahami alasan ilmiah di baliknya.

Kompetensi kedua adalah kemampuan analitis, yaitu kemampuan mengaitkan karakteristik suatu bahan pangan (faktor intrinsik) dengan kondisi penyimpanan dan penanganannya (faktor ekstrinsik) untuk memprediksi risiko mikrobiologis yang mungkin timbul, sebagaimana akan dilatih secara khusus melalui berbagai studi kasus pada bab-bab berikutnya. Kompetensi ketiga adalah kemampuan praktis-aplikatif, yaitu kemampuan menerjemahkan pemahaman teoretis menjadi tindakan nyata di lapangan, misalnya menentukan suhu penyimpanan yang tepat, merancang jadwal sanitasi, atau memilih metode pengawetan yang sesuai dengan karakteristik suatu produk pangan tertentu.

Kompetensi keempat, yang tidak kalah penting, adalah sikap kehati-hatian dan tanggung jawab profesional (*professional accountability*) terhadap keselamatan konsumen. Seorang praktisi tata boga yang kompeten dalam mikrobiologi pangan akan senantiasa memprioritaskan keamanan pangan di atas pertimbangan lain, seperti kecepatan penyajian atau penghematan biaya, karena menyadari bahwa risiko mikrobiologis yang diabaikan dapat berakibat fatal bagi kesehatan, bahkan nyawa, orang lain. Keempat kompetensi inilah yang menjadi benang merah yang menghubungkan seluruh bab dalam buku ajar ini, mulai dari BAB II hingga BAB VIII.

## **F. TANTANGAN ETIKA DAN TANGGUNG JAWAB PROFESI DALAM KEAMANAN PANGAN**

Penguasaan pengetahuan teknis mikrobiologi pangan tidak akan bermakna banyak tanpa disertai kesadaran etis mengenai tanggung jawab yang melekat pada profesi di bidang tata boga. Berbeda dari banyak profesi lain, kesalahan yang dilakukan seorang praktisi tata boga dalam menangani aspek mikrobiologis pangan dapat berdampak langsung dan seketika terhadap kesehatan orang lain, bahkan berpotensi mengancam nyawa, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, ibu hamil, dan orang dengan daya tahan tubuh lemah. Kesadaran ini seharusnya membentuk sikap profesional yang tidak mentoleransi kompromi terhadap keamanan pangan, betapapun kecil kemungkinan suatu kesalahan akan berakibat fatal.

Salah satu dilema etis yang kerap dihadapi praktisi tata boga di lapangan adalah tekanan ekonomi yang mendorong keputusan berisiko, misalnya menggunakan kembali bahan baku yang sudah melewati batas waktu penyimpanan aman demi mengurangi kerugian, atau menyajikan hidangan yang telah didiamkan terlalu lama pada suhu ruang karena permintaan pelanggan yang mendesak. Seorang praktisi yang memahami mikrobiologi pangan secara mendalam akan menyadari bahwa keputusan semacam ini, meskipun tampak menguntungkan secara finansial dalam jangka pendek, sesungguhnya menyimpan risiko besar yang dapat merugikan bisnis secara jauh lebih signifikan apabila berujung pada kasus keracunan pangan, baik dari sisi reputasi, tuntutan hukum, maupun kepercayaan pelanggan yang hilang.

Tanggung jawab profesional dalam konteks mikrobiologi pangan juga mencakup kejujuran dalam pelaporan dan transparansi ketika terjadi kesalahan atau insiden, alih-alih menutup-nutupinya demi menghindari konsekuensi jangka pendek. Budaya keselamatan pangan yang sehat pada suatu usaha jasa boga ditandai dengan

keterbukaan staf untuk melaporkan penyimpangan atau potensi risiko kepada atasan tanpa rasa takut disalahkan secara berlebihan, karena pelaporan dini justru memungkinkan tindakan koreksi diambil sebelum risiko tersebut benar-benar menimbulkan dampak pada konsumen. Nilai-nilai etis dan tanggung jawab profesional inilah yang idealnya tertanam bersamaan dengan penguasaan pengetahuan teknis sepanjang pembaca mempelajari seluruh materi dalam buku ajar ini.

#### **G. BEBAN GLOBAL PENYAKIT BAWAAN PANGAN: MENGAPA MIKROBIOLOGI PANGAN MENJADI ISU KESEHATAN MASYARAKAT**

Untuk memahami secara utuh mengapa mikrobiologi pangan menempati posisi penting dalam kurikulum tata boga, penting bagi pembaca untuk memahami skala persoalan penyakit bawaan pangan (*foodborne disease*) secara global maupun nasional. Organisasi kesehatan dunia memperkirakan bahwa setiap tahun, ratusan juta orang di seluruh dunia mengalami sakit akibat mengonsumsi pangan yang terkontaminasi, dengan sebagian kecil di antaranya berujung pada kematian, terutama pada kelompok rentan seperti balita di negara berkembang. Beban penyakit ini tidak merata; wilayah dengan infrastruktur sanitasi yang masih berkembang, termasuk sebagian besar kawasan Asia Tenggara, umumnya menanggung beban penyakit bawaan pangan yang jauh lebih tinggi dibandingkan negara maju, sebagian besar disebabkan oleh keterbatasan akses air bersih, praktik higiene yang belum optimal, serta sistem pengawasan keamanan pangan yang masih terus dikembangkan.

Dampak penyakit bawaan pangan tidak berhenti pada aspek kesehatan individu semata, tetapi meluas menjadi beban ekonomi yang signifikan bagi suatu negara, mencakup biaya pengobatan, hilangnya produktivitas kerja akibat sakit, hingga kerugian sektor

pariwisata dan perdagangan pangan apabila suatu wilayah atau produk dikaitkan dengan wabah keracunan pangan berulang. Di sisi lain, sebagian besar kasus penyakit bawaan pangan sesungguhnya dapat dicegah melalui penerapan praktik dasar yang telah dibahas maupun akan dibahas sepanjang buku ini, seperti pengendalian suhu, higiene personal, sanitasi peralatan, dan pemilihan bahan baku yang aman. Fakta bahwa mayoritas kasus keracunan pangan bersifat dapat dicegah, bukan tidak dapat dihindari, semestinya menjadi motivasi kuat bagi setiap praktisi tata boga untuk menguasai dan menerapkan prinsip mikrobiologi pangan secara konsisten dalam pekerjaan sehari-hari.

Konteks Indonesia sendiri menunjukkan pola yang khas: sebagian besar kejadian luar biasa (KLB) keracunan pangan yang tercatat oleh otoritas kesehatan berasal dari pangan olahan rumah tangga, jasa boga/katering, dan pangan jajanan, sejalan dengan pembahasan pada bagian awal bab ini mengenai kerentanan usaha jasa boga terhadap risiko mikrobiologis. Pola ini semakin menegaskan bahwa peningkatan kompetensi mikrobiologi pangan di kalangan praktisi tata boga bukan sekadar persyaratan akademik, melainkan intervensi kesehatan masyarakat yang nyata dan berdampak langsung terhadap penurunan angka kejadian penyakit bawaan pangan di Indonesia.

## **H. PELUANG KARIER YANG MEMBUTUHKAN KOMPETENSI MIKROBIOLOGI PANGAN**

Penguasaan mikrobiologi pangan yang baik membuka berbagai peluang karier yang jauh lebih luas dibandingkan sekadar bekerja sebagai juru masak di dapur. Pada jalur karier operasional, lulusan program studi tata boga yang menguasai mikrobiologi pangan memiliki keunggulan kompetitif untuk mengisi posisi seperti *quality control* atau *quality assurance* di industri katering dan restoran berskala

menengah hingga besar, di mana tugas utamanya adalah memastikan seluruh proses produksi memenuhi standar keamanan dan mutu mikrobiologis yang ditetapkan. Posisi *food safety supervisor* atau HACCP coordinator juga semakin banyak dibutuhkan oleh hotel, maskapai penerbangan (untuk katering pesawat), rumah sakit (untuk instalasi gizi), dan perusahaan katering korporat, mengingat kompleksnya tuntutan keamanan pangan pada skala operasi besar.

Pada jalur karier yang lebih teknis, lulusan dengan minat mendalam pada mikrobiologi pangan dapat mengembangkan karier sebagai analis laboratorium mikrobiologi pangan di perusahaan pangan, laboratorium pengujian independen, atau instansi pemerintah seperti BPOM dan dinas kesehatan, yang bertugas melakukan pengujian rutin maupun investigasi kasus keracunan pangan. Peluang lain terbuka pada bidang pengembangan produk (*product development*), di mana pemahaman mikrobiologi pangan menjadi bekal penting untuk merancang formulasi produk baru yang aman dan memiliki umur simpan yang sesuai target pasar, termasuk produk-produk inovatif berbasis fermentasi atau pangan fungsional yang semakin diminati pasar.

Bagi yang tertarik pada jalur wirausaha, penguasaan mikrobiologi pangan menjadi modal penting untuk membangun usaha jasa boga atau produk pangan olahan yang tidak hanya lezat, tetapi juga terjamin keamanannya, sehingga dapat bertahan dan berkembang di pasar yang semakin kritis terhadap isu keamanan pangan. Terlepas dari jalur karier yang dipilih, kompetensi mikrobiologi pangan yang dibangun melalui buku ajar ini akan menjadi bekal yang relevan dan bernilai tambah sepanjang perjalanan karier di bidang tata boga dan pangan.

## **I. CARA MEMBACA DAN MEMANFAATKAN BUKU AJAR INI SECARA EFEKTIF**

Agar pembaca dapat memperoleh manfaat maksimal dari buku ajar ini, beberapa strategi membaca dan belajar berikut disarankan untuk diterapkan. Pertama, bacalah Capaian Pembelajaran di awal setiap bab terlebih dahulu sebelum membaca uraian materi, karena hal ini membantu membentuk kerangka berpikir mengenai apa yang perlu dipahami dan dicari selama membaca, sehingga proses membaca menjadi lebih terarah dan tidak sekadar membaca kata demi kata tanpa tujuan yang jelas. Kedua, perhatikan istilah-istilah teknis yang dicetak miring dan sertakan pemahamannya dalam catatan pribadi, karena penguasaan terminologi yang tepat merupakan fondasi penting untuk memahami literatur mikrobiologi pangan yang lebih lanjut, baik dalam bahasa Indonesia maupun bahasa Inggris.

Ketiga, jangan lewatkan bagian Studi Kasus yang tersedia di beberapa bab, karena bagian ini dirancang khusus untuk melatih kemampuan menerapkan konsep teoretis pada situasi nyata yang kompleks, sebagaimana akan dihadapi pembaca kelak dalam dunia kerja. Sebaiknya studi kasus dikerjakan secara tertulis dan didiskusikan dengan rekan atau pengajar, bukan hanya dibaca dan dipikirkan sekilas dalam hati, karena proses menuliskan dan mengartikulasikan pemikiran secara sistematis akan memperdalam pemahaman secara signifikan dibandingkan hanya membaca pasif.

Keempat, hubungkan setiap konsep yang dipelajari dengan pengalaman nyata yang pernah dialami pembaca, baik pengalaman memasak di rumah, pengalaman magang di industri, maupun observasi terhadap praktik yang dijumpai di lingkungan sekitar, karena pembelajaran yang dikaitkan dengan pengalaman konkret cenderung lebih mudah diingat dan diaplikasikan dibandingkan pembelajaran yang bersifat abstrak semata. Kelima, gunakan bagian Rangkuman di akhir setiap bab sebagai alat evaluasi diri, dengan

mencoba menjelaskan kembali poin-poin dalam rangkuman tersebut menggunakan kata-kata sendiri tanpa melihat teks aslinya, sebagai cara sederhana namun efektif untuk menguji sejauh mana pemahaman yang telah terbentuk.

## **J. KETERKAITAN ANTARBAB: MEMBANGUN PEMAHAMAN YANG UTUH**

Salah satu kekeliruan yang sering dilakukan pembaca buku ajar adalah memperlakukan setiap bab sebagai unit pengetahuan yang berdiri sendiri dan terpisah, padahal materi dalam buku ajar ini dirancang secara berjenjang, di mana pemahaman pada bab-bab awal menjadi fondasi yang mutlak diperlukan untuk memahami bab-bab selanjutnya secara mendalam. Sebagai ilustrasi konkret keterkaitan ini, konsep karakteristik bakteri, kapang, dan khamir yang dibahas pada BAB III akan terus dirujuk kembali ketika membahas sumber kontaminasi pada BAB IV, mikroba dominan pada berbagai jenis pangan di BAB V, dan strategi pengendalian pada BAB VI, VII, dan VIII.

Pembaca yang melewati atau memahami secara dangkal materi pada bab-bab awal akan kesulitan mengikuti pembahasan yang lebih aplikatif pada bab-bab berikutnya, karena konsep-konsep tersebut terus dibangun secara kumulatif, bukan diulang dari awal pada setiap bab. Sebagai contoh, pemahaman mengenai konsep aktivitas air ( $a_w$ ) yang diperkenalkan secara singkat di beberapa bagian awal akan dibahas secara jauh lebih mendalam pada BAB VI, namun pembahasan mendalam tersebut mengasumsikan pembaca telah memahami mengapa  $a_w$  berbeda dari sekadar kadar air, sebagaimana telah disinggung sebelumnya.

Oleh karena itu, disarankan agar pembaca mempelajari buku ajar ini secara berurutan dari BAB I hingga BAB VIII pada pembacaan

pertama, alih-alih melompat langsung ke bab yang dianggap paling menarik atau relevan dengan minat pribadi. Setelah menyelesaikan pembacaan berurutan tersebut, pembaca kemudian dapat menggunakan buku ini sebagai rujukan yang dapat dibuka kembali secara acak sesuai kebutuhan, karena pada tahap tersebut kerangka pemahaman yang utuh telah terbentuk, sehingga setiap bagian dapat dipahami dalam konteksnya yang tepat.

## **K. RANGKUMAN**

Mikrobiologi pangan mengkaji keberadaan, karakteristik, dan dampak mikroorganisme pada bahan pangan, baik yang menguntungkan (misalnya dalam fermentasi) maupun yang merugikan (misalnya penyebab pembusukan dan penyakit bawaan pangan). Bidang ini memiliki kedudukan strategis dalam industri tata boga karena berkaitan langsung dengan keamanan dan mutu hidangan yang disajikan kepada konsumen, serta beririsan erat dengan ilmu pangan, kesehatan masyarakat, dan ilmu gizi. Penyakit bawaan pangan merupakan beban kesehatan masyarakat yang signifikan secara global maupun nasional, namun sebagian besar kasusnya sesungguhnya dapat dicegah melalui penerapan praktik mikrobiologi pangan yang konsisten. Penguasaan mikrobiologi pangan membuka beragam peluang karier, mulai dari quality control, food safety supervisor, analis laboratorium, pengembangan produk, hingga wirausaha pangan. Perkembangan pola konsumsi dan teknologi pangan modern turut membawa tantangan baru yang perlu diantisipasi oleh praktisi tata boga masa kini. Penguasaan mikrobiologi pangan perlu disertai kesadaran etis dan tanggung jawab profesional, mengingat kesalahan penanganan pangan dapat berdampak langsung terhadap kesehatan dan keselamatan konsumen.

Materi dalam buku ini dirancang berjenjang dan saling berkaitan, sehingga disarankan dipelajari secara berurutan agar pemahaman yang utuh dapat terbentuk. Buku ini membahas materi tersebut secara bertahap dan sistematis, mulai dari konsep dasar hingga strategi pengendalian mikroorganisme pada pangan, sehingga dapat menjadi rujukan yang aplikatif bagi pembaca di bidang tata boga dan pangan.

#### **L. LATIHAN SOAL**

1. Jelaskan dengan bahasa Anda sendiri mengapa mikrobiologi pangan penting dipelajari oleh siapa pun yang berkecimpung di bidang tata boga.
2. Uraikan minimal tiga manfaat mempelajari mikrobiologi pangan yang paling relevan dengan minat karier Anda di bidang tata boga, dan jelaskan alasannya.
3. Analisislah mengapa pemahaman mikrobiologi pangan tidak dapat dipisahkan dari upaya menjaga keamanan dan mutu produk pangan di industri jasa boga.
4. Mengapa usaha jasa boga dan katering sering kali menjadi sumber kejadian keracunan pangan dibandingkan industri pangan skala besar? Jelaskan berdasarkan karakteristik operasionalnya.
5. Uraikan satu contoh bagaimana pemahaman mikrobiologi pangan dapat dimanfaatkan secara kreatif, bukan hanya untuk mencegah kerusakan, dalam pengembangan hidangan atau produk baru.
6. Diskusikan sebuah dilema etis yang mungkin dihadapi seorang praktisi tata boga terkait tekanan ekonomi versus keamanan pangan, dan jelaskan bagaimana seharusnya dilema tersebut diselesaikan.

7. Jelaskan mengapa mayoritas kasus penyakit bawaan pangan dianggap dapat dicegah, dan apa implikasinya terhadap tanggung jawab praktisi tata boga dalam menekan beban kesehatan masyarakat akibat pangan.
8. Pilihlah salah satu peluang karier yang membutuhkan kompetensi mikrobiologi pangan yang telah diuraikan, dan jelaskan mengapa jalur karier tersebut menarik bagi Anda serta kompetensi tambahan apa yang perlu Anda kembangkan untuk menekuninya.
9. Dari lima strategi membaca dan belajar efektif yang diuraikan pada bab ini, pilih dua strategi yang paling ingin Anda terapkan saat mempelajari bab-bab selanjutnya dalam buku ini, dan jelaskan alasannya.
10. Jelaskan mengapa disarankan mempelajari buku ajar ini secara berurutan dari BAB I hingga BAB VIII, dan berikan satu contoh konsep yang dibahas secara bertahap dan berkaitan di beberapa bab berbeda.

# **BAB II**

## **KONSEP DASAR**

### **MIKROBIOLOGI PANGAN**

#### **CAPAIAN PEMBELAJARAN**

1. Menjelaskan definisi mikrobiologi pangan.
2. Menguraikan ruang lingkup mikrobiologi pangan.
3. Menguraikan peran mikroorganisme dalam pangan.
4. Menjelaskan jenis mikroorganisme yang terkait pangan.
5. Memahami sejarah perkembangan mikrobiologi pangan.
6. Menjelaskan hubungan mikrobiologi pangan dan keamanan pangan.
7. Menjelaskan aplikasi mikrobiologi dalam industri pangan.

Bab ini menguraikan secara menyeluruh konsep dasar mikrobiologi pangan, termasuk pengertian, ruang lingkup, peran mikroorganisme dalam bahan pangan, serta hubungan mikrobiologi pangan dengan keamanan pangan dan teknologi pengolahan. Dibahas pula jenis-jenis mikroorganisme yang relevan dalam bidang pangan, sejarah perkembangan ilmu mikrobiologi pangan, serta contoh penerapan ilmu ini dalam industri pangan. Pemahaman pada bab ini menjadi landasan penting untuk mempelajari bab-bab selanjutnya yang lebih teknis dan aplikatif.

## A. DEFINISI MIKROBIOLOGI PANGAN

Mikrobiologi pangan adalah cabang ilmu mikrobiologi yang berfokus pada studi mengenai mikroorganisme yang terdapat pada bahan pangan, termasuk perannya yang menguntungkan maupun merugikan. Mikroorganisme tersebut mencakup bakteri, kapang (*mold*), dan khamir (*yeast*), yang dapat berasal dari lingkungan alami seperti tanah, air, dan udara, atau masuk ke dalam pangan melalui proses produksi, distribusi, dan penyimpanan (Jay et al., 2020). Mikrobiologi pangan mempelajari bagaimana mikroorganisme memengaruhi mutu, keamanan, dan stabilitas pangan, serta bagaimana faktor lingkungan dan komposisi pangan menentukan pertumbuhan mikroba.

Pemahaman mikrobiologi pangan sangat penting untuk mengidentifikasi potensi bahaya mikrobiologis, meningkatkan kualitas dan keamanan pangan, serta memanfaatkan mikroba dalam proses yang menguntungkan, seperti fermentasi dan produksi senyawa bioaktif (Mah & Kim, 2022). Dengan demikian, ilmu ini menjadi dasar dalam pengembangan teknologi pengawetan, formulasi pangan, dan manajemen rantai pasok yang aman.

Sebagai disiplin ilmu terapan, mikrobiologi pangan berkembang dari pertemuan tiga bidang utama, yaitu mikrobiologi umum, ilmu pangan, dan kesehatan masyarakat. Kerangka berpikir sistematis yang membagi kajian mikroba pangan ke dalam tiga tema besar, yakni peran menguntungkan (fermentasi), peran merugikan (pembusukan/spoilage), dan peran berbahaya (patogen bawaan pangan), banyak diacu dari buku ajar klasik di bidang ini, salah satunya Frazier dan Westhoff (2013), yang menjadi rujukan standar dalam menyusun kurikulum mikrobiologi pangan di berbagai perguruan tinggi. Kerangka tiga tema tersebut digunakan secara konsisten pada bab-bab berikutnya dalam buku ini untuk

memudahkan pembaca memahami setiap kelompok mikroorganisme secara terstruktur.

## **B. RUANG LINGKUP MIKROBIOLOGI PANGAN**

Ruang lingkup mikrobiologi pangan sangat luas dan melibatkan berbagai tahap dalam rantai produksi pangan. Pertama, mikroorganisme pada bahan mentah merupakan fokus utama, karena bahan pangan berasal dari lingkungan yang kaya mikroba. Misalnya, *Escherichia coli* dapat ditemukan pada sayuran yang terkontaminasi air irigasi yang tercemar, sementara *Salmonella* sering ditemukan pada unggas dan telur (Zhao et al., 2025). Kedua, mikroba yang muncul selama proses produksi juga menjadi bagian penting dari ruang lingkup ilmu ini. Kontaminasi silang dapat terjadi dari peralatan yang tidak higienis, udara produksi, atau pekerja yang tidak menerapkan higiene personal yang baik.

Ketiga, mikroorganisme pada produk jadi perlu dianalisis, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Produk fermentasi seperti yoghurt dan keju mengandung bakteri asam laktat yang menguntungkan, sedangkan roti yang disimpan lama dapat ditumbuhi kapang *Penicillium* yang menyebabkan pembusukan (Bento de Carvalho et al., 2024). Keempat, mikroba juga digunakan sebagai bioindikator sanitasi untuk menilai tingkat kebersihan fasilitas pangan. Keberadaan kelompok bakteri tertentu, seperti koliform atau *Staphylococcus aureus*, dapat menunjukkan praktik sanitasi yang tidak memadai (Mafe et al., 2024). Dengan demikian, ruang lingkup mikrobiologi pangan tidak hanya mencakup studi mikroorganisme, tetapi juga sistem pengendalian risiko secara keseluruhan.

Cara pandang yang lazim digunakan untuk memetakan ruang lingkup ini adalah pendekatan “dari pertanian hingga meja makan”

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeyanju, G. T., et al. (2023). Advancing food safety management in low- and middle-income countries: Opportunities and challenges for HACCP implementation. *Journal of Food Protection*, 86(5), 1005–1018.
- Agustia, F. C., et al. (2025). Impact of packaging variations on the amino acid profile and nutritional quality of tempeh. *Preventive Nutrition and Food Science*, 30(1), 56–65.
- Alegbeleye, O. O. (2022). Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. *Food Quality and Safety*, 6(4), 1–17.
- Atique, R., Ahmed, S., & Ahmad, N. (2025). Microbial food fermentation: An extraordinary approach to improve food quality and safety. *Food Bioscience*, 58, 103769.
- Baikadamova, A., et al. (2024). The effectiveness of implementing the HACCP system to improve food safety in local food industries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1441479.
- Bento de Carvalho, T., et al. (2024). Preventing fungal spoilage from raw materials to final food products. *Foods*, 13(17), 2669.
- Bertuci, M. L., et al. (2025). Bioprotective and technological roles of lactic acid bacteria in fermented sausages. *Foods*, 14(21), 3758.
- Carrascosa, C., Raheem, D., Ramos, F., Saraiva, A., & Raposo, A. (2021). Microbial biofilms in the food industry—A comprehensive review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 2014.
- Cui, Y., Miao, K., Niyaphorn, S., & Qu, X. (2020). Production of gamma-aminobutyric acid from lactic acid bacteria: A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 995.

- Dagnas, S., & Membré, J. M. (2013). Predicting and preventing mold spoilage of food products. *Journal of Food Protection*, 76(3), 538–551.
- Doyle, M. E. (2007). Microbial food spoilage—Losses and control strategies. FRI Briefings, University of Wisconsin–Madison.
- Fabbri, L. P., et al. (2024). Bioactive peptides from fermented foods: Production and health implications. *Foods*, 13(21), 3369.
- Food Standards Scotland. (2019). Food handlers: Fitness to work – Regulatory guidance and best practice advice.
- Frazier, W. C., & Westhoff, D. C. (2013). *Food microbiology* (5th ed.). McGraw Hill Education.
- Government of Manitoba. (n.d.). Personnel practices – Food safety education resources. Manitoba Agriculture.
- Grujović, M. Ž., et al. (2025). Application of probiotics in foods: A comprehensive review. *Foods*, 14(17), 3088.
- Guo, Q., Chen, P., & Chen, X. (2023). Bioactive peptides derived from fermented foods: Preparation and biological activities. *Journal of Functional Foods*, 101, 105422.
- Hakim, B. N. A., Xuan, N. J., & Oslan, S. N. H. (2023). A comprehensive review of bioactive compounds from lactic acid bacteria: Potential functions as functional food in dietetics and the food industry. *Foods*, 12(15), 2850.
- Huang, L., et al. (2019). Degradation of anti-nutritional factors and allergenicity in tempeh. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5), 1836–1845.
- Ito, K., et al. (2021). Koji molds for Japanese soy sauce brewing. *Fermentation*, 7(3), 144.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2020). *Modern food microbiology* (8th ed.). Springer.

- Jena, R., et al. (2024). Lactic acid bacteria in fermented dairy foods and their role in GABA production. *Journal of Functional Foods*, 112, 105297.
- Kapalos, J., et al. (2025). A comprehensive review of emulsion-based nisin delivery systems in foods. *Foods*, 14(8), 1338.
- Knez, E., et al. (2023). Effect of fermentation on the nutritional quality of foods. *Nutrients*, 15(5), 1123.
- Korcz, E., Varga, L., & Tóth, A. (2021). Exopolysaccharides from lactic acid bacteria: Techno-functional applications in food. *Food Hydrocolloids*, 119, 106872.
- Kuanyshev, N., et al. (2017). The spoilage yeast *Zygosaccharomyces bailii*: Foe or friend? *Yeast*, 34(7), 359–370.
- Lahiri, D., Nag, M., Dutta, B., & Sarkar, T. (2022). Bacteriocin: A natural approach for food safety and food security. *Journal of Food Science and Technology*, 59(11), 4285–4297.
- Li, N., Wang, Y., You, C., Ren, J., Chen, W., Zheng, H., & Liu, Z. (2018). Variation in raw milk microbiota throughout 12 months and the impact of weather conditions. *Scientific Reports*, 8, 2371.
- Liu, W., Wang, J., & Xu, S. (2025). Lactic acid bacteria exopolysaccharides: Unveiling structures and bioactivities. *Foods*, 14(5), 823.
- Mafe, A. N., et al. (2024). A review on food spoilage mechanisms, foodborne diseases and control strategies. *Food Chemistry Advances*, 3, 100352.
- Mah, J.-H., & Kim, M.-G. (2022). The microbiological functionality and safety of fermented foods. *Frontiers in Microbiology*, 13, 9332214.

- Navale, V., Vamkudoth, K. R., Ajmera, S., & Dhuri, V. (2021). Aspergillus derived mycotoxins in food and the environment: Prevalence, detection, and toxicity. *Toxicon*, 198, 39–50.
- Ndoye, B., et al. (2025). Exploring the spoilage microbiota of raw and processed dairy products. *Cogent Food & Agriculture*, 11(1), 2562177.
- Niyigaba, T., et al. (2025). Advances in fermentation technology: A focus on health and safety. *Applied Sciences*, 15(6), 3001.
- Pai, A. S., et al. (2024). A comprehensive review of food safety culture in the food industry. *Foods*, 13(24), 4078.
- Pawul-Gruba, M., et al. (2025). Prevalence of biogenic amines in fermented foods and their relation to quality. *Foods*, 14(14), 2478.
- Péter, G., et al. (2022). Biodiversity of *Zygosaccharomyces* species in food and beverage spoilage. *Acta Alimentaria*, 51(1), 43–55.
- Pyo, Y., et al. (2024). Probiotic functions in fermented foods. *Nutrients*, 16(3), 1159.
- Queensland Health. (2017). Food handler exclusion guidelines.
- Refaat, S. S., et al. (2025). Assessing the antibiotic resistance in food lactic acid bacteria. *Food Science & Nutrition*, 13(2), 70740.
- Sarıtaş, S., et al. (2024). Functional yogurt: Types and health benefits. *Applied Sciences*, 14(24), 11798.
- Setiani, B. E., et al. (2024). A summary review of biogenic amines in Southeast Asia fermented foods. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 8(2), 1–15.
- Sharan, M., et al. (2022). Biofilms as a microbial hazard in the food industry. *Journal of Applied Microbiology*, 132(5), 3433–3450.

- Shi, Y. C., et al. (2022). The bacterial and fungi microbiota of soy sauce-supplied products. *Fermentation*, 8(3), 97.
- Sionek, B., Szydłowska, A., Küçükgöz, K., & Kołożyn-Krajewska, D. (2023). Traditional and new microorganisms in lactic acid fermentation of food. *Fermentation*, 9(12), 1019.
- Skowron, K., et al. (2022). Two faces of fermented foods—The benefits and threats of its consumption. *Frontiers in Microbiology*, 13, 845166.
- Świder, O., et al. (2024). The inhibitory effects of plant additives on biogenic amine formation in fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(12), 2154–2173.
- Tamang, J. P., Watanabe, K., & Holzapfel, W. H. (2016). Diversity of microorganisms in global fermented foods. *Frontiers in Microbiology*, 7, 377.
- Tan, X., et al. (2023). Fermented vegetables: Health benefits, defects, and their control. *Foods*, 13(1), 38.
- Teoh, S. Q., et al. (2024). Health benefits and processing of tempeh with outlines on its functional microbes: A review. *Food Chemistry: Advances*, 7, 100221.
- Thierry, A., et al. (2023). Lactofermentation of vegetables: Microbial ecology and safety aspects. *Postharvest Biology and Technology*, 203, 112345.
- Turna, N. S., et al. (2024). A review of biogenic amines in fermented foods: Occurrence and health effects. *Heliyon*, 10(3), e25321.
- Vera-Santander, V. E., et al. (2023). Health benefits of consuming foods with bacterial probiotics and postbiotics. *Molecules*, 28(3), 1230.
- WHO Regional Office for Europe. (2017). The burden of foodborne diseases in the WHO European Region.

- Wiernasz, N., et al. (2021). Effect of the manufacturing process on the microbiota of cold-smoked salmon. *Foods*, 10(11), 2517.
- Wong, A. C. L., et al. (2023). Characteristics and prevalence of psychrotolerant spoilage bacteria in chilled foods. *Food Research*, 7(1), 694–706.
- World Health Organization. (2015). WHO estimates of the global burden of foodborne diseases.
- Wu-Wu, J. W.-F., et al. (2023). Antibiotic resistance and food safety. *Antibiotics*, 12(2), 310.
- Yu, D., et al. (2025). Isolation of biofilm-forming bacteria from food processing environments and assessment of their hazard potential. *Foods*, 14(21), 3592.
- Zarzecka, U., et al. (2020). Starter cultures as a reservoir of antibiotic-resistant microorganisms. *Journal of Food Science*, 85(10), 3039–3053.
- Zhao, X., Wang, S., & Feng, C. (2025). Human pathogenic microorganisms in fresh produce production: Lessons learned when plant science meets food safety. *Food Microbiology*, 121, 104402.
- Zhu, Y., Li, J., & Li, H. (2022). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling methods: A mini-review. *Food Control*, 134, 108657.

## GLOSARIUM

**Aktivitas air (aw):** Ukuran ketersediaan air bebas dalam pangan yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk metabolisme.

**Active packaging (kemasan aktif):** Kemasan yang dirancang untuk berinteraksi secara aktif dengan produk atau lingkungan di dalamnya, misalnya melalui penyerapan oksigen atau pelepasan senyawa antimikroba.

**Biofilm:** Komunitas sel mikroba yang melekat pada suatu permukaan dan terbungkus matriks polimer ekstraseluler.

**Biogenic amines:** Senyawa amina yang terbentuk melalui dekarboksilasi asam amino oleh mikroba selama fermentasi, dapat bersifat toksik pada konsentrasi tinggi.

**CFU (Colony Forming Unit):** Satuan yang menyatakan jumlah sel mikroba hidup yang mampu membentuk koloni pada media agar, digunakan dalam metode hitung cawan.

**Dosis infeksi:** Jumlah minimum sel mikroba patogen yang harus dikonsumsi seseorang untuk dapat menimbulkan gejala penyakit.

**Eksopolisakarida (EPS):** Polisakarida yang disekresikan oleh mikroba ke lingkungan sekitarnya, berperan dalam tekstur dan fungsi prebiotik.

**Fermentasi:** Proses biokimia anaerob atau semi-anaerob yang memanfaatkan aktivitas mikroba untuk mengubah komponen kimia pangan.

**Food loss dan food waste:** *Food loss* adalah kehilangan pangan pada tahap produksi hingga distribusi sebelum sampai ke konsumen, sedangkan *food waste* adalah limbah pangan yang terjadi pada tahap ritel dan konsumsi akhir.

**Fase pertumbuhan mikroba:** Empat tahap pola pertumbuhan populasi mikroba, meliputi fase lag (adaptasi), fase log (eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian.

**GMP (*Good Manufacturing Practices*):** Pedoman praktik produksi yang baik untuk menjamin mutu dan keamanan pangan.

**HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Points*):** Sistem manajemen keamanan pangan yang mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya yang signifikan bagi keamanan pangan.

**Hurdle technology:** Pendekatan pengawetan pangan yang mengombinasikan beberapa hambatan (suhu, pH, aw, dll.) secara bersamaan untuk menekan pertumbuhan mikroba.

**Integrated Pest Management (IPM):** Pendekatan pengendalian hama terpadu yang menggabungkan pencegahan, pemantauan, dan pengendalian secara terkoordinasi.

**Intelligent packaging (kemasan cerdas):** Kemasan yang mampu memberikan informasi mengenai kondisi produk di dalamnya, misalnya melalui indikator waktu-suhu atau indikator kesegaran.

**Metagenomik:** Pendekatan analisis materi genetik total pada suatu sampel untuk mengidentifikasi komunitas mikroba tanpa perlu menumbuhkannya terlebih dahulu.

**Mikotoksin:** Senyawa toksik yang dihasilkan oleh kapang tertentu, misalnya aflatoksin dan okratoksin.

**Modified Atmosphere Packaging (MAP):** Teknik pengemasan yang memodifikasi komposisi gas di sekitar produk untuk memperpanjang umur simpan.

**MPN (*Most Probable Number*):** Metode statistik untuk memperkirakan jumlah mikroba dalam sampel berdasarkan pola pertumbuhan positif-negatif pada serangkaian tabung pengenceran.

**Nilai D dan nilai z:** Nilai D adalah waktu yang diperlukan pada suhu tertentu untuk mengurangi populasi mikroba sebanyak 90%; nilai z adalah perubahan suhu yang diperlukan untuk mengubah nilai D sebanyak sepuluh kali lipat.

**Mikrobiologi prediktif:** Cabang ilmu terapan yang menggunakan model matematika untuk memprediksi perilaku pertumbuhan mikroba berdasarkan faktor intrinsik dan ekstrinsik.

**Psikrotrof:** Mikroorganisme yang mampu tumbuh pada suhu rendah (refrigerasi) meskipun suhu optimalnya lebih tinggi.

**Probiotik:** Mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dalam jumlah cukup memberikan manfaat kesehatan bagi inangnya.

**Ready-to-eat (RTE):** Pangan olahan siap saji yang tidak memerlukan pemanasan ulang sebelum dikonsumsi.

**Spoilage:** Kerusakan pangan yang ditandai dengan perubahan sensori seperti bau, rasa, warna, atau tekstur akibat aktivitas mikroba.

**Specific spoilage organisms (SSO):** Kelompok mikroba dengan laju pertumbuhan tercepat pada suatu produk pangan yang pada akhirnya mendominasi populasi dan menentukan karakter kerusakannya.

**Starter kultur:** Mikroorganisme terpilih yang sengaja ditambahkan ke dalam bahan pangan untuk memulai dan mengarahkan proses fermentasi.

**TVB-N (Total Volatile Base Nitrogen):** Kadar senyawa nitrogen volatil seperti amonia dan trimetilamina yang terbentuk akibat penguraian protein oleh mikroba pembusuk, digunakan sebagai indikator kerusakan pada produk perikanan.

**Whole Genome Sequencing (WGS):** Teknologi pengurutan seluruh materi genetik suatu mikroba, digunakan untuk melacak asal-usul wabah keracunan pangan secara presisi.

## PROFIL PENULIS

### **Dr. Anwar Lubis, S.KM., M.Si**

Penulis merupakan Dosen pada Program Studi Tata Boga, Universitas Negeri Makassar. Sebagai seorang yang mengabdikan diri sebagai dosen, selain pendidikan formal S2 dan S3 yang telah ditempuhnya di IPB University, penulis juga mengikuti berbagai pelatihan untuk meningkatkan kinerja dosen, khususnya di bidang pengajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, dengan fokus keahlian pada bidang ilmu gizi. Penulis aktif melakukan penelitian yang diterbitkan di berbagai jurnal nasional maupun internasional, terkait ilmu gizi. Email: [anwar.lubis@unm.ac.id](mailto:anwar.lubis@unm.ac.id)

# Mikrobiologi Pangan

**B**uku ajar ini dikembangkan dari modul pembelajaran berbasis Project Based Learning (PjBL) yang telah diujicobakan pada perkuliahan Mikrobiologi Pangan di Program Studi Tata Boga, dan disusun ulang secara sistematis mengikuti kaidah penulisan buku ajar perguruan tinggi. Melalui pendekatan ini, mahasiswa diharapkan mampu belajar secara aktif dan aplikatif, mengidentifikasi faktor intrinsik dan ekstrinsik yang memengaruhi mikroba, menganalisis interaksi antar faktor, serta merancang strategi pengendalian yang realistis dan sesuai prinsip hurdle technology.



IKAPI  
INSTITUT KEMAHIRUAN  
PANGAN INDONESIA

CV. Tahta Media Group

Sukoharjo, Jawa Tengah

Web : [www.tahtamedia.co.id](http://www.tahtamedia.co.id)

Ig : tahtamedia group

Telp/WA : +62 896 5427 3996

