

Hygiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja

by Rd. Indah Nirtha Nilawati Nps

Submission date: 25-Apr-2023 01:57AM (UTC-0400)

Submission ID: 2074860626

File name: Higiene,_Sanitasi,_dan_Keselamatan_Kerja.pdf (8.6M)

Word count: 45691

Character count: 301550



HYGIENE, SANITASI, DAN KESELAMATAN KERJA



Jernita Sinaga • Anshah Silmi Afifah • Prima Endang Susilowati
Indah Oktaviani • Riyana Husna • Khoirin Maghfiroh
Winni R.E. Tumanggor • Abbas Mahmud • Nurul Hidayah Nasution
Wa Ode Sitti Budiatty • Sri Malem Indirawati • Tasnim • Rd. Indah Nirtha NNPS

HYGIENE, SANITASI, DAN KESELAMATAN KERJA



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

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

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

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

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

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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

Higiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja

Jernita Sinaga, Anshah Silmi Afifah, Prima Endang Susilowati
Indah Oktaviani, Riyana Husna, Khoirin Maghfiroh
Winni R.E. Tumanggor, Abbas Mahmud
Nurul Hidayah Nasution, Wa Ode Sitti Budiatty
Sri Malem Indirawati, Tasnim, Rd. Indah Nirtha NNPS



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Higiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2022

Penulis:

Jemita Sinaga, Anshah Silmi Afifah, Prima Endang Susilowati
Indah Oktaviani, Riyana Husna, Khoirin Maghfiroh
Winni R.E. Tumanggor, Abbas Mahmud
Nurul Hidayah Nasution, Wa Ode Sitti Budiatty
Sri Malem Indirawati, Tasnim, Rd. Indah Nirtha NNPS

Editor: Ronal Watrianthos

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Jemita Sinaga., dkk.

Higiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja

Yayasan Kita Menulis, 2022

xiv; 196 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-626-8

Cetakan 1, Oktober 2022

- I. Higiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

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

Kata Pengantar

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan kasih karuniaNya penulis dapat menyelesaikan buku referensi yang berjudul “Higiene, Sanitasi dan Keselamatan Kerja” Sebuah buku yang merupakan hasil karya kolaborasi dari rekan-rekan sejawat di dunia kesehatan yang tersebar dari berbagai daerah di Indonesia.

Keamanan pangan menjadi salah satu syarat bagi jaminan keamanan pangan ada pada pasar global atau internasional yang aman untuk dikonsumsi masyarakat. Keamanan makanan dasarnya meliputi upaya higiene dan sanitasi makanan, keselamatan kerja (safety). Kegiatan dan tindakan dalam upaya keamanan makanan bertujuan untuk penyehatan makanan untuk mencegah terjadinya foodborne disease (penyakit bawaan makanan), penyakit bawaan makanan adalah keracunan disebabkan penanganan makanan yang kurang, termasuk higiene personal buruk dan kontaminasi pada hidangan makanan penjualan dan ditempat produksi.

Buku ini disusun secara sistematis dan sangat lengkap penjabarannya secara komprehensif yang terdiri dari atas 13 bab, yaitu:

- Bab 1 Definisi dan Tujuan Penerapan Sanitasi, Higiene, dan Keselamatan Kerja
- Bab 2 Sumber Kontaminan
- Bab 3 Mikrobiologi Pangan
- Bab 4 Objek Sanitasi dan Higiene Pangan
- Bab 5 Keracunan dan Kerusakan Makanan
- Bab 6 Mikroorganisme Penyebab Keracunan Makanan
- Bab 7 Pengendalian Mikroorganisme Dalam Pengolahan Untuk Mencegah Kerusakan
- Bab 8 Bahan Pembersih dan Bahan Saniter
- Bab 9 Pengendalian Kondisi Fisik Pekerja
- Bab 10 Prosedur Sanitasi
- Bab 11 Pembersihan dan Sanitasi Ruang Serta Peralatan
- Bab 12 Pengawasan Sanitasi dan Higiene
- Bab 13 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Penulis berharap buku ini dapat menambah khasanah keilmuan kepada seluruh pembaca dan dapat memenuhi kebutuhan materi belajar mengajar tentang Higiene, Sanitasi dan Keselamatan Kerja. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan buku ini masih sangat jauh dari kata sempurna pada kesempatan ini, penulis membuka ruang bagi para akademisi, praktisi dan para pembaca sekalian untuk memebrikan saran, masukan maupun kritik yang sifatnya membangun demi penyempurnaan buku ini.

Semoga buku ini dapat bermanfaat untuk semua dan menjadi berkat bagi banyak orang yang membacanya. Amin

September, 2022
Penulis
(Jernita Sinaga, dkk)

Daftar Isi

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

Bab 1 Definisi dan Tujuan Penerapan Sanitasi, Higiene, dan Keselamatan Kerja

1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Definisi Sanitasi dan Higiene	3
1.2.1 Definisi Sanitasi Makanan	3
1.2.2 Definisi Higiene.....	5
1.3 Tujuan Penerapan Sanitasi dan Higiene	6
1.4 Keselamatan Kerja	9

Bab 2 Sumber Kontaminan

2.1 Pendahuluan.....	15
2.2 Jenis-Jenis Kontaminan.....	16
2.2.1 Kontaminan Fisik	16
2.2.2 Kontaminan Biologi	19
2.2.3 Kontaminasi Kimia.....	21

Bab 3 Mikrobiologi Pangan

3.1 Pendahuluan.....	23
3.2 Penggolongan Mikroorganisme Pangan.....	24
3.3 Pangan Fermentasi	28
3.4 Kerusakan Pangan Oleh Mikroorganisme.....	30

Bab 4 Objek Sanitasi dan Higiene Pangan

4.1 Pendahuluan.....	33
4.2 Bahan Pangan	35
4.3 Higiene Perseorangan (Personal Hygiene)	39

Bab 5 Keracunan dan Kerusakan Makanan

5.1 Pendahuluan.....	45
5.2 Keracunan Makanan	46
5.2.1 Jenis Pencemaran Makanan.....	47
5.2.2 Pencegahan dan Penanggulangan Keracunan	51
5.3 Kerusakan Makanan.....	52

Bab 6 Mikroorganisme Penyebab Keracunan Makanan

6.1 Pendahuluan.....	57
6.2 Keracunan Makanan	58
6.3 Kelompok Mikroorganisme Patogen Penyebab Keracunan Makanan ...	63
6.3.1 Mikroorganisme Patogen Penyebab Infeksi.....	64
6.3.2 Mikroorganisme Patogen Penyebab Intoksikasi	65

Bab 7 Pengendalian Mikroorganisme Dalam Pengolahan Untuk Mencegah Kerusakan

7.1 Pendahuluan.....	69
7.2 Mikroorganisme Penyebab Kerusakan Makanan.....	70
7.3 Faktor-faktor Memengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme.....	73
7.4 Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme	77
7.4.1 Pengurangan Aktivitas Air (Pengeringan).....	77
7.4.2 Peningkatan Suhu	80
7.4.3 Penurunan Suhu.....	83
7.4.4 Pengaturan pH.....	84
7.4.5 Iradiasi	85
7.4.6 Bahan Kimia	85

Bab 8 Bahan Pembersih dan Bahan Saniter

8.1 Pendahuluan.....	87
8.2 Golongan Bahan Pembersih dan Saniter	90
8.2.1 Asam dan Turunan	90
8.2.2 Jenis Alkali (Basa).....	91
8.2.3 Aldehid.....	92
8.2.4 Alkohol.....	93
8.2.5 Analida	94
8.2.6 Pewarna Anti Mikroba	95
8.2.7 Biguanida	96
8.2.8 Diamidin.....	98
8.2.9 Minyak Esensial dan Tanaman Ekstrak.....	98

8.2.10 Halogen dan Zat Pelepas Halogen	99
8.2.11 Peroksigen dan Bentuk Oksigen Lainnya.....	100
8.2.12 Fenolik.....	101
8.2.13 QAC dan Lainnya Surfaktan	102
Bab 9 Pengendalian Kondisi Fisik Pekerja	
9.1 Pendahuluan.....	105
9.2 Lingkungan Kerja.....	106
9.3 Lingkungan Kerja Fisik	110
9.4 Pengendalian Faktor Lingkungan Fisik	114
Bab 10 Prosedur Sanitasi	
10.1 Pendahuluan.....	123
10.2 Jenis Standar Operasional Prosedur Sanitasi.....	125
10.3 Prinsip dan Persyaratan Standar Operasional Prosedur Sanitasi.....	127
Bab 11 Pembersihan dan Sanitasi Ruang Serta Peralatan	
11.1 Pendahuluan.....	133
11.2 Pembersihan Ruang.....	134
11.3 Pembersihan Peralatan	135
11.4 Sanitasi Ruang	137
Bab 12 Pengawasan Sanitasi dan Higiene	
12.1 Pendahuluan.....	143
12.2 Bentuk Pengawasan Sanitasi dan Higiene.....	146
Bab 13 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	
13.1 Pendahuluan.....	155
13.2 Higiene Lingkungan Kerja	156
13.3 Potensi Bahaya di Lingkungan Kerja dan Pengendaliannya	158
13.4 Penerapan Higiene dan Sanitasi di Tempat Kerja.....	159
13.5 Penyakit Akibat Kerja.....	159
13.6 Gizi Kerja.....	161
13.7 Ergonomi.....	163
13.8 Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja.....	164
13.9 Alat Pelindung Diri (APD)	165
Daftar Pustaka	169
Biodata Penulis	191

Daftar Gambar

Gambar 3.1: Phylogenetic Tree Makhluk Hidup Berdasarkan Urutan 16srna	24
Gambar 3.2: Faktor Yang Mempengaruhi Dan Perubahan Yang Terjadi Pada Fermentasi Pangan	29
Gambar 4.1: Siklus Penularan Bakteri	39
Gambar 4.2: Ilustrasi Alat Penunjang Kebersihan dan Kesehatan Yang Perlu Dipahami Oleh Perseorangan Dan Manajemen Dalam Pengolahan Pangan	40
Gambar 7.1: Kerusakan Akibat Pertumbuhan Bakteri Pada Makanan Kaleng ...	71
Gambar 7.2: Akibat Pertumbuhan Kapang Pada Roti	72
Gambar 7.3: Produk Bakteri Berdasarkan Aktivitas Air	73
Gambar 7.4: Proses Penjemuran Ikan Asin	77
Gambar 7.5: Mesin Pengeringan Mekanik	78
Gambar 7.6: Mesin Pengeringan Beku	79
Gambar 7.7: Alat Tray Dryer Pada Metode Pengeringan Busa	80
Gambar 7.8: Proses Pengasapan Ikan	80
Gambar 9.1: Hierarki Pengendalian	114
Gambar 11.1: Peralatan Pembersih Manual dan Mekanik	135
Gambar 12.1: Mekanisme Penilaian Dalam Pengawasan Sanitasi Dan Higiene Pangan Berbasis Risiko	147
Gambar 12.2: Tahapan Penilaian Sanitasi dan Higiene Pangan Berbasis Risiko	149
Gambar 12.3: Lanjutan Penahapan Penilaian Sanitasi dan Higiene Pangan Berbasis Risiko	150
Gambar 12.4: Model Pengawasan Sanitasi dan Higiene Makanan Berbasis Masyarakat	151

Daftar Tabel

Tabel 3.1: Klasifikasi Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Makanan	25
Tabel 3.2: Spesies Fungi / Jamur Dalam Makanan.....	26
Tabel 3.3: Faktor Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroba Pada Makanan....	27
Tabel 3.4: Beberapa Jenis Makanan Hasil Fermentasi	28
Tabel 4.1: Jenis Kategori Pangan PHF dan Non-PHF.....	35
Tabel 4.2: Objek Sanitasi dan Higiene Pada Pekerja Pangan.....	41
Tabel 5.1: Umur Simpan Beberapa Bahan Pangan.....	52
Tabel 7.1: Penggolongan Bakteri Berdasarkan Suhu Pertumbuhan.....	74
Tabel 7.2: Suhu dan Waktu pada Pasteurisasi Susu.....	81
Tabel 7.3: Suhu dan Waktu Pada Bahan Pangan	82
Tabel 9.1: Hierarki Pengendalian Bahaya.....	114
Tabel 11.1: Tipe Kandungan Bahan Pangan Dan Pembersihan Yang Direkomendasikan.....	136
Tabel 11.2: Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Macam Larutan Pembersih..	139
Tabel 12.1: Ruang Lingkup Pengawasan Sanitasi dan Higiene.....	145

Bab 1

Definisi dan Tujuan Penerapan Sanitasi, Higiene, dan Keselamatan Kerja

1.1 Pendahuluan

Sanitasi dasar mengacu pada pengelolaan kotoran manusia pada tingkatan rumah tangga, penilaian dilakukan berdasarkan akses terhadap toilet atau jamban. Higiene personal berfokus pada kebersihan badan dan pakaian. Sanitasi lingkungan upaya pengendalian faktor mata rantai penularan penyakit. Keadaan lingkungan dapat memengaruhi kondisi kesehatan individu dan masyarakat.

Kualitas lingkungan yang buruk menjadi salah satu penyebab timbulnya berbagai gangguan kesehatan masyarakat. Lingkungan seperti air yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas, kontinuitas, limbah cair yang terkelola, udara segar dan sehat, tanah yang subur, makanan dan minuman yang higienis dan sampah yang terkelola perlu terus diupayakan untuk mewujudkan kesehatan masyarakat yang optimal (Puspawati Catur, 2019).

Higiene dan sanitasi tidak dapat dipisahkan, jika salah satunya tidak memenuhi syarat maka makanan yang diolah tidak dapat dijamin keamanannya. Contoh perilaku penjamah makanan yang sudah memenuhi syarat dengan menggunakan tutup kepala, celemek, selalu mencuci tangan sebelum dan setelah memasak, tetapi sarana pembuangan air limbah belum memenuhi syarat sehingga pembuangan limbah tersebut menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit sehingga dapat mencemari makanan (Widyastuti Nurmasari, 2019).

Makanan kebutuhan dasar manusia, kebutuhan zat gizi dalam pertumbuhan setiap manusia. Penanganan makanan pada kualitas atau kuantitas dari bahan makanan. Kuantitas makanan, diproduksi sesuai pertambahan penduduk, kebutuhan makanan seiring peningkatan jumlah penduduk sehingga produksi makanan harus bertambah untuk mencukupi pertambahan penduduk. Kualitas makanan dijamin keamanannya dari tahap sebelum panen, proses produksi hingga makanan siap dikonsumsi masyarakat, harus tetap terjaga dari segi kualitas dan kuantitasnya (Depkes, 2005)

Setiap individu harus dilindungi terhadap makanan dan minuman yang dikelola, keamanan pangan menjadi salah satu syarat bagi jaminan keamanan pangan ada pada pasar global atau internasional yang aman untuk dikonsumsi masyarakat. Keamanan makanan dasarnya meliputi upaya higiene dan sanitasi makanan, keselamatan kerja (safety).

Kegiatan dan tindakan dalam upaya keamanan makanan bertujuan untuk penyehatan makanan untuk mencegah terjadinya *foodborne disease* (penyakit bawaan makanan), penyakit bawaan makanan adalah keracunan disebabkan penanganan makanan yang kurang, termasuk higiene personal buruk dan kontaminasi pada hidangan makanan penjualan dan di tempat produksi (Depkes, 2005).

Penyehatan makanan merupakan upaya penyehatan makanan menitikberatkan tindakan yang perlu diperhatikan dari diproduksi awal, selama dalam proses pengolahan, penyimpanan, pengangkutan, penyajian makanan atau makanan siap dikonsumsi oleh masyarakat (konsumen), yang kegiatan dan tindakan yang dimaksud adalah upaya higiene dan sanitasi makanan dan *safety* (Puspawati Catur, 2019).

1.2 Definisi Sanitasi dan Higiene

Makanan merupakan kebutuhan pokok manusia yang harus ditangani dengan baik dan benar sehingga bermanfaat kesehatan. Pengelolaan yang baik dasarnya harus merupakan yang berdasarkan kaidah-kaidah dari prinsip pengendalian.

Prinsip higiene sanitasi makanan yaitu faktor tempat berupa bangunan, peralatan yang merupakan wadah, orang (penjamah makanan) dan bahan makanan. Empat aspek yang dikendalikan yang memengaruhi terhadap keamanan, kontaminasi, keracunan, pembusukan dan pemalsuan. Makanan mempunyai dua rute yang sangat panjang yaitu rantai makanan (food chain) dan lajur makanan (food flow) (Anggraeni Nancy, 2017).

Definisi sanitasi dan higiene mengacu pada lingkungan sehat meliputi lingkungan pemukiman, tempat kerja, tempat rekreasi dan fasilitas tempat-tempat umum. Proses kegiatan dan tindakan dalam upaya higiene dan sanitasi menitikberatkan pada proses kegiatan setiap hari terutama dalam penanganan makanan. Higiene menitikberatkan pada subjek (orang) dengan memelihara dan melindungi kebersihan (higiene personal) khususnya penjamah makanan (Anggraeni Nancy, 2017).

1.2.1 Definisi Sanitasi Makanan

Sanitasi diartikan sebagai usaha preventif dalam menjaga kesehatan. Secara umum makanan dan sanitasi merupakan suatu bentuk usaha manusia untuk menjamin agar kondisi lingkungan lebih bersih dan sehat, yang berlaku untuk lingkungan tanah, fisik, air dan udara, dengan adanya sanitasi yang baik dapat mencegah munculnya berbagai macam penyakit karena dapat mengontrol faktor lingkungan fisik yang berkaitan dengan penularan rantai penyakit (Wardah Tatang, 2014)

Definisi Sanitasi

Ada beberapa definisi terkait dengan sanitasi makanan antara lain sebagai berikut (Yulianto, 2020) (Wardah Tatang, 2014):

1. Sanitasi adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk pengendalian penyakit, menitikberatkan lingkungan manusia.

2. Upaya pemeliharaan tempat kerja, peralatan, terhindar dari pencemaran akibat mikroorganisme, serangga atau binatang lainnya.
3. Pengawasan lingkungan terhadap makanan dan minuman.

Definisi Makanan

Makanan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia, beberapa fungsi pokok makanan bagi kehidupan manusia (Burni Endang, 2020):

1. Sumber energi.
2. Pertumbuhan dan perkembangbiakan.
3. Mengganti sel atau jaringan tubuh yang rusak.
4. Metabolisme dalam tubuh.
5. Perlindungan dan pertahanan tubuh dari gangguan penyakit.

Kualitas makanan perlu dijaga dari kontaminasi atau proses pengolahan makanan yang dapat mengurangi/merusak nilai gizi yang terkandung di dalamnya sehingga makanan dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan tidak menyebabkan kesakitan.

Beberapa pengertian Makanan (Wardah Tatang, 2014):

1. Makanan adalah batasan tidak termasuk air, obat-obatan, substansi untuk tujuan pengobatan.
2. Makanan adalah kebutuhan pokok diperlukan setiap saat, pengolahan yang baik, bermanfaat bagi tubuh.
3. Makanan yang dibutuhkan manusia, harus melalui pengelolaan, dengan proses yang panjang, bermanfaat bagi tubuh.

Makanan hendaknya sesuai kriteria layak dimakan, tidak menimbulkan penyakit, kriteria yang dapat diterapkan seperti (Wardah Tatang, 2014):

1. Sesuai dengan keberadaan derajat kematangan yang dikehendaki.
2. Setiap penanganan dalam tahapan proses bebas dari pencemaran.
3. Bebas dari penularan fisik, kimia dan mikrobiologi, pengaruh enzim, mikroba, tikus, vektor, parasit dan kerusakan tekanan, proses pengolahan.
4. Bebas mikroorganisme dan parasit yang terdapat pada makanan (foodborne illness).

Menurut Departemen Kesehatan, Makanan yang baik harus memenuhi persyaratan (Burni Endang, 2020) (Indraswati Denok, 2016):

1. Rasanya: Makanan harus menimbulkan selera makan seseorang, menarik perhatian, pemilihan bahan tidak membahayakan kesehatan, tidak menyebabkan penyakit.
2. Bersih dan sehat: Merupakan salah satu yang terpenting dari segi kesehatan. Makanan terkontaminasi mengakibatkan penyakit.
3. Gizi yang cukup: Makanan karbohidrat, protein, lemak, mineral dan vitamin yang terkandung dalam setiap makanan.
4. Dicerna dan diserap: Sebaiknya mengandung jumlah protein yang tinggi tetapi nilai penyerapan dalam tubuh rendah.

Definisi Sanitasi Makanan

1. Sanitasi Makanan adalah Pencegahan bertumbuh, berkembang biaknya jasad renik pembusuk dan patogen pada minuman/makanan, peralatan dan bangunan yang dapat merusak pangan.
2. Sanitasi makanan merupakan suatu pencegahan yang menitikberatkan yang dapat mengganggu/merusak kesehatan, pada proses pengolahan, penyimpanan, pengangkutan, penjualan sampai kepada masyarakat.
3. Sanitasi makanan proses pencegahan yang ditujukan pada lingkungan.

1.2.2 Definisi Higiene

Higiene merupakan upaya preventif yang menitikberatkan kepada pengelolaan makanan dalam memelihara dan melindungi kebersihan individu “personal hygiene”.

Definisi lain yang intinya sama: (Ibrahim Ratna, 2012) (Peraturan Menteri Kesehatan RI, 2011):

1. Ilmu yang mengajarkan kesehatan jasmani mencapai tingkat kesejahteraan.
2. Pencegahan penyakit pada usaha kesehatan perseorangan dalam setiap proses kegiatan.

3. Melakukan penanganan makanan pada tempat kerja yang bebas dari pencemaran yang diakibat berbagai mikroorganisme penyebab penyakit, serangga atau binatang lainnya.
4. Higiene seseorang memelihara, melindungi kesehatan diri sendiri.
5. Higiene merupakan ilmu kesehatan yang mencakup seluruh faktor, baik perorangan maupun masyarakat.
6. Higiene merupakan dua aspek personal higiene dan *environment*.
7. Menurut Shadily, higiene adalah pengetahuan yang mempelajari tentang kesehatan erat hubungannya dengan perorangan untuk mencapai derajat kesehatan.
8. Upaya kesehatan melindungi kebersihan individu, mencuci tangan, secara keseluruhan bagian anggota tubuh yang berhubungan dengan proses pengolahan.
9. Higiene lebih kepada upaya penyehatan diri, semua usaha untuk meningkatkan derajat kesehatan badan, jiwa, memberikan dasar kelanjutan hidup sehat, serta meningkatkan kesehatan dalam perikemanusiaan.
10. Higiene untuk usaha-usaha umum, melindungi, memelihara dan mempertinggi derajat kesehatan dan jiwa, memberikan dasar kelanjutan hidup sehat, mempertinggi derajat kesehatan dan kesejahteraan.

1.3 Tujuan Penerapan Sanitasi dan Higiene

Keamanan pangan menjadi salah satu syarat bagi jaminan keamanan pangan produksi memasuki pasar global atau internasional aman dikonsumsi. Keamanan makanan dengan upaya penyehatan makanan meliputi higiene dan sanitasi makanan. Penerapan sanitasi dan higiene bertujuan untuk mencegah terjadinya *foodborne disease* (penyakit bawaan makanan) Penyakit bawaan disebabkan oleh penanganan makanan yang tidak baik dapat menyebabkan

keracunan makanan, terjadinya kontaminasi pada hidangan makanan (Irwan Djoko Windu, Yogyakarta).

Pencegahan dilakukan meningkatkan pengawasan makanan mengikuti kaidah. Dimulai dari pemilihan, penyimpanan, pengolahan, penyimpanan makanan masak, pengangkutan, hingga penyajian makanan. Pencemaran makanan dapat terjadi melalui tiga cara yaitu pencemaran langsung (direct contamination), pencemaran silang (cross contamination) dan pencemaran ulang (recontamination) (Burni Endang, 2020).

Pencemaran langsung adalah bahan kontaminasi (bahan pencemar) secara langsung mencemari makanan seperti karet, strapples, rambut, kayu, pasir dan lain sebagainya masuk ke dalam makanan. Pencemaran silang yaitu pencemaran terjadi secara tidak langsung seperti makanan mentah yang disimpan bersama dengan makanan matang sehingga bersentuhan dengan makanan jadi atau menggunakan peralatan kotor.

Pencemaran ulang adalah pencemaran yang terjadi pada makanan yang matang dan siap dikonsumsi, tetapi karena penyajian makanan tidak tertutup sehingga makanan tersebut tercemar oleh kontaminasi lingkungan sekitar, seperti debu, binatang pengganggu (serangga) kecoak, lalat dan sebagainya. Kegiatan dan tindakan dalam upaya hygiene dan sanitasi makanan.

Higiene menitikberatkan pada subjek (orang) dengan memelihara dan melindungi kebersihan (higiene personal) khususnya penjamah makanan, seperti perilaku mencuci tangan, menutup kepala, menggunakan celemek dan sebagainya sedangkan sanitasi merupakan upaya kesehatan dengan menitikberatkan pada lingkungan (sarana) seperti penyediaan sarana air bersih, sarana pembuangan air limbah, penyediaan tempat sampah dan lain sebagainya (Widyastusti Nurmasari, 2019).

Tujuan Penerapan Sanitasi

Penerapan sanitasi menilai kelaikan fisik bangunan, peralatan dan ketenagaan serta cemaran fisik, kimia dan bakteriologis. Upaya sanitasi menerapkan terhadap lingkungan menjadi bersih, sehat dan nyaman dari faktor lingkungan yang dapat merusak kesehatan.

Fasilitas sanitasi yang dapat dilihat, yaitu (Peraturan Menteri Kesehatan RI, 2011):

1. Wadah/tempat cuci tangan
Tersedianya khusus untuk mencuci tangan dengan air mengalir dan sabun, jumlah tempat cuci tangan dibandingkan dengan karyawan dengan adanya perbandingan.
2. Air Bersih
Tersedia air bersih yang cukup dengan kualitas air bersih harus memenuhi persyaratan.
3. Jamban dan peturasan (urinoir)
Pada setiap penanganan dan pengolahan makanan ada jamban dan dapat disesuaikan dengan jumlah orang pada setiap lokasi.
4. Kamar mandi
Air mengalir dan pembuangan air limbah yang lengkap.
5. Tempat Sampah
Tersedia tempat penampungan sampah yang mencukupi sesuai dengan volume sampah.

Tujuan Penerapan Higiene

Higiene menitikberatkan pada subjek (orang) dengan memelihara dan melindungi kebersihan (higiene personal) khususnya penjamah makanan, seperti perilaku mencuci tangan, menutup kepala, menggunakan celemek dan sebagainya. Melakukan kebersihan diri sendiri dan mempertahankan kesehatan secara jasmani dan rohani dikenal dengan personal hygiene atau hygiene perseorangan (Indraswati Denok, 2016).

Untuk mewujudkan Personal Hygiene tentu ada tujuan yang hendak dicapai antara lain (Widyastusti Nurmasari, 2019):

1. meningkatkan kesehatan penjamah makanan;
2. memelihara kebersihan dan perilaku;
3. personal hygiene, pakaian, kuku dan rambut dijaga bersih;
4. pencegahan timbulnya penyakit kulit dan saluran pernapasan;
5. kepercayaan diri dalam kebersihan dan perilaku hidup bersih dan sehat;

6. kesan keindahan dengan memakai seragam yang bersih, rambut dipotong pendek atau ditutup.

Mendukung personal hygiene pada diri seseorang terdapat beberapa faktor yang memengaruhi di antaranya (Yulianto, 2020):

1. Body
Gambaran terhadap diri seseorang, memengaruhi kebersihan diri, perubahan fisik tidak peduli dengan kebersihan.
2. Pada situasi didikan yang dimulai di dalam keluarga dengan kebersihan diri, yang tentunya akan merubah pola kehidupan tentang kebersihan diri.
3. Status ekonomi
Setiap mewujudkan personal hygiene memerlukan biaya untuk keperluan membersihkan diri, sehingga orang yang mempunyai penghasilan yang tinggi akan menyisihkan perawatan diri dan sebaliknya.
4. Pengetahuan
Seseorang akan mempunyai pengetahuan yang baik tentang personal hygiene akan meningkatkan kesehatan dirinya.

1.4 Keselamatan Kerja

Upaya bagi usaha industri dalam mencegah dan meminimalisir timbulnya dampak kecelakaan dalam kesehatan. Ahli Keselamatan dan Kesehatan Kerja (AK3) merupakan tenaga yang memiliki pendidikan tentang K3, yang mempunyai tugas melakukan pengawasan terhadap keselamatan pekerja agar terhindar dari terjadinya kecelakaan kerja dan pengawasan terhadap kesehatan pekerja agar terhindar dari Penyakit Akibat Kerja (PAK).

Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kondisi dan faktor berdampak maupun orang lain yang menyangkut kesehatan atau yang berada di sekitar lingkungan pekerjaan. Kesehatan kerja yang bermaksud atau bermakna tidak terbebas dari kecelakaan atau penyakit tetapi

sehat secara fisik, mental dan sehat sosial. Keselamatan bisa kita hindari seperti kebakaran, kecelakaan, cedera dan kesehatan bisa memudahkan untuk memahami penyakit saat bekerja.

Pengertian Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dibagi 3 versi, menurut filosofi, keilmuan dan OHSAS (I, Meily Kurniawidjaja, D.H.R, 2019):

1. Aspek filosofi

Keselamatan kerja pada pemikiran, keutuhan dan kesehatan jasmani maupun rohani, menuju masyarakat adil dan makmur.

2. Aspek Ilmuan

Keselamatan kerja merupakan ilmu pengetahuan, penerapan pencegahan kemungkinan terjadi kecelakaan, penyakit akibat kerja, kebakaran dan kejadian di tempat kerja.

3. Aspek praktis/etimologi

Keselamatan kerja adalah merupakan perlindungan area proses produksi secara aman dan efisien.

Berdasarkan hukum K3, norma harus dilakukan yaitu sarana mencegah kecelakaan kerja, akibat kelalaian, lingkungan kerja yang kondusif, hal dalam implementasi K3 harus dapat diterapkan karena (Soedirman, S.P, 2014) (Soeripto, 2008):

1. Angka kejadian kecelakaan terjadi sangat tinggi.
2. Standar kerja di suatu perusahaan masih kurang.
3. Kerugian yang ditimbulkan akibat kerja.
4. Daya saing pasar global dinilai dari kecelakaan kerja.
5. Kesadaran tentang pentingnya aspek K3.
6. Isu global yang memengaruhi perdagangan.

Pengertian Keselamatan dan Kecelakaan Kerja

Keselamatan berfokus terhadap bahaya dan risiko yang menimbulkan kerugian. Kecelakaan kerja diartikan merupakan kejadian tak terduga, tidak dikehendaki, mengacaukan proses direncanakan.

Sedangkan pengertian kecelakaan akibat kerja proses ketentuan upaya untuk keselamatan kerja seperti (I, Meily Kurniawidjaja,D.H.R, 2019) (Anizar, 2012):

1. mengurangi dan meminimalisir kecelakaan;
2. memadamkan kebakaran yang dapat mengurangi kecelakaan;
3. bahaya peledakan lebih diamankan;
4. menyelamatkan pada saat kebakaran atau berbahaya lainnya;
5. pelindung diri tersedia.

Hukum K3 dan norma keselamatan kerja merupakan sarana, alat mencegah kecelakaan kerja tidak diduga, disebabkan kelalaian kerja, lingkungan kerja yang tidak kondusif.

Aturan norma keselamatan kerja diharapkan mampu (Suma"mur, 2014):

1. Menihilkan, pengendalian cacat dan kematian, mengurangi kerusakan tempat dan peralatan.
2. Pencemaran lingkungan sekitar tempat kerja dapat dikendalikan.
3. Instrumen, menciptakan derajat kesehatan kerja setinggi-tingginya.

Terjadinya kecelakaan kerja di suatu perusahaan akan mengakibatkan kerugian pada setiap industri maupun masyarakat di sekitar perusahaan. Istilah Terkait dengan Kecelakaan Kerja pada proses industri sangat bervariasi.

Istilah terkait dengan kecelakaan kerja adalah (Anizar, 2012) (I, Meily Kurniawidjaja,D.H.R, 2019):

1. Tempat kerja
Ruangan, lapangan, bergerak atau tetap, semua tempat aktivitas keperluan suatu usaha.
2. Insiden (near miss)
Menyebabkan cedera, kerusakan, kebakaran. Insiden menggambarkan kejadian belum ada korban.
3. Accident
Tidak diduga, menimbulkan kerugian. *Accident* potensi bahaya menimbulkan korban.

4. Bahaya (hazard)
Tindakan kerugian.
5. Kondisi aman
6. Danger
Pernyataan menggambarkan potensi bahaya relatif. Kondisi berbahaya menjadi tidak berbahaya tindakan pencegahan.
7. Risk/risiko
Kemungkinan terjadinya kecelakaan/kerugian periode waktu.
8. Pelanggaran prosedur.
9. Unsafe condition disebut juga keadaan tidak aman, kondisi fisik mengakibatkan kecelakaan.

Jenis dan akibat kecelakaan kerja cukup banyak tergantung, jenis pekerjaan dan area kerja (I, Meily Kurniawidjaja, D.H.R, 2019):

1. terjatuh;
2. tertimpa benda tajam;
3. tertumbuk;
4. terjepit;
5. terkilir;
6. terbakar;
7. tersengat listrik;
8. paparan radiasi/panas;
9. termakan makanan tercemar.

Akibat kecelakaan kerja dapat terjadi, beberapa akibat kecelakaan kerja yang mengakibatkan kerugian (I, Meily Kurniawidjaja, D.H.R, 2019) (Soeripto, 2008):

1. terjadinya patah tulang (cacat pada tulang);
2. tulang keseleo yang merugikan kesehatan;
3. memar dan luka dalam yang mengganggu kesehatan;
4. arus listrik, terbakar;
5. luka;
6. kematian dan lemas;
7. cacat;

8. kekurangpekaan panca indera terhadap sesuatu.

Kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh (Soeripto, 2008) (Anizar, 2012):

1. Mesin/peralatan yang digunakan tidak aman: Tidak layak alat, rusak, penggunaan alat yang berbeda.
2. Bahan pekerjaan: Tertukarnya bahan makanan dengan bahan lain.
3. Lingkungan tidak aman ada api di tempat mudah terbakar, lantai licin, mudah terbakar, aliran listrik berdekatan dengan air, kurang standar gedung yang digunakan, area kerja panas, standar higiene, sifat pekerjaan yang berpotensi bahaya.

Faktor manusia dengan tindakan tidak aman (unsafe action), faktor manusia disebabkan oleh (Suma"mur, 2014):

1. Kecerobohan.
2. Prosedur kerja (SOP) kurang dipahami.
3. Perhatian khusus kurang.
4. Bercanda, bermain di area kerja.
5. Kelelahan, bekerja melebihi kekuatan diri.
6. Pendidikan yang kurang tidak kompeten.
7. Pengalaman kerja kurang.
8. Salah pengertian terhadap tugas.
9. Kurang terampil.
10. Menjalankan pekerjaan tanpa kewenangan.

Kecelakaan adanya interaksi antara aspek, manusia proses di sekitar kerja seperti bahan, lingkungan kerja yang berpengaruh. Kerugian kecelakaan kerja (I, Meily Kurniawidjaja,D.H.R, 2019) (Soeripto, 2008):

1. Kerugian Ekonomi
Biaya perbaikan, kerusakan sarana, biaya kesehatan, tunjangan kecelakaan, mutu dan jumlah menurun, kompensasi kecelakaan, penggantian tenaga kerja, pelatihan/adaptasi untuk pekerja baru, kerugian jam kerja.

2. Non Ekonomi

Korban dan keluarga, waktu, daya saing pasar global menurun, dipengaruhi tingkat kecelakaan.

Langkah yang dilakukan untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kecelakaan kerja antara lain (Soedirman, S.P, 2014):

1. Mengidentifikasi faktor bahaya, pengamatan kemungkinan penyebab bahaya.
2. Melakukan engineering control
Eliminasi, substitusi, isolasi (rekayasa engineering), perubahan instruksi, sosialisasi/pelatihan, pemantauan dan pengukuran.
3. Administratif
Pengurangan waktu kerja, rotasi dan mutasi.

Bab 2

Sumber Kontaminan

2.1 Pendahuluan

Kontaminan yang muncul kini telah menjadi kajian penelitian yang modis dan trendi. Banyaknya kontaminan yang muncul menimbulkan tantangan bagi otoritas suatu negara. Bagaimana memprioritaskan kajian tentang kontaminan yang muncul? Bagaimana memprioritaskan definisi kriteria atau jenis serta kualitas untuk semua zat baru yang umumnya hanya sedikit kita ketahui tentang keberadaannya di lingkungan atau tentang efek toksiknya terhadap kesehatan manusia atau lingkungan? Jenis kontaminan yang muncul tentu merupakan bagian kebutuhan akademisi untuk meningkatkan kajian penelitian terhadap kontaminan di lingkungan.

Kontaminasi adalah masuknya bahan perusak lingkungan yang memiliki sifat beracun ke lingkungan (Alabbasy, 2019). Polusi berarti adanya beberapa bahan di lingkungan dan keadaan lingkungan yang terkontaminasi dengan risiko berbahaya zat yang dihasil dari kegiatan manusia (Carrington, 2017). Secara umum, lingkungan yang terkontaminasi sebagian besar meliputi makanan, tanah, air dan udara. Keberadaan zat asing seperti (cair, gas, padat) atau energi seperti (panas, mikroba dan kuman, radiasi, kimia) yang dapat mengganggu kesehatan manusia, tumbuhan atau hewan.

2.2 Jenis-Jenis Kontaminan

2.2.1 Kontaminan Fisik

Suhu

suhu ekstrem dapat secara langsung memengaruhi kesehatan dengan mengorbankan kemampuan tubuh untuk mengatur suhu tubuh. Hilangnya kontrol suhu tubuh dapat mengakibatkan berbagai penyakit, termasuk kram panas, kelelahan panas, sengatan panas, dan hipotermia dari peristiwa panas yang ekstrem. Suhu ekstrem yang terkait dengan panas juga dapat memperburuk kondisi kronis seperti penyakit kardiovaskular, penyakit pernapasan, penyakit *serebrovaskular*, dan kondisi terkait diabetes (Ebi et al, 2021).

Perubahan iklim juga dapat berkontribusi pada peristiwa cuaca dingin yang ekstrem. Ketika udara hangat mengganggu kestabilan pusaran kutub yang mengedarkan udara dingin di kutub bumi, udara dingin dapat dilepaskan ke arah khatulistiwa. Efek kesehatan dari dingin yang ekstrem dapat mencakup tekanan kardiovaskular saat tubuh berjuang untuk mempertahankan panas dan dapat menyebabkan penyakit seperti hipotermia. Kerentanan terhadap peristiwa cuaca dingin tergantung pada banyak faktor non-iklim, seperti lingkungan yang dibangun dan usia atau status kesehatan individu.

Selain itu gelombang panas yang tinggi, individu dengan kondisi kesehatan kronis atau mental lebih rentan terhadap panas yang ekstrem (Mason et al, 2022). Peningkatan risiko kematian dan morbiditas gelombang panas ditemukan pada mereka yang memiliki gangguan kardiovaskular, pernapasan, ginjal, dan neurologis, mental, dan perilaku. Efek langsung dari panas, seperti heat stroke, dehidrasi, kegagalan organ, dan serangan jantung, dapat diperburuk untuk individu yang bergantung secara medis (Chesnais et al, 2019).

Kebisingan

Kebisingan didefinisikan sebagai suara yang tidak diinginkan. Kebisingan lingkungan terdiri dari semua suara yang tidak diinginkan di lingkungan kita kecuali yang berasal dari tempat kerja. Kebisingan, suatu bentuk pencemaran udara, merupakan ancaman bagi kesehatan dan kesejahteraan. Ini lebih parah dan meluas dari sebelumnya, dan itu akan terus meningkat dalam besaran dan keparahan karena pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan pertumbuhan terkait

dalam penggunaan yang semakin kuat, bervariasi, dan tinggi sumber kebisingan seluler.

Kebisingan juga akan terus tumbuh karena pertumbuhan berkelanjutan di jalan raya, kereta api, dan lalu lintas udara, yang tetap menjadi sumber utama kebisingan lingkungan. Di tempat kerja pabrik, pekerja terpapar kebisingan yang tinggi karena mesin secara rutin. Potensi efek kesehatan dari polusi suara sangat banyak, meresap, persisten, secara medis dan signifikan secara sosial.

Kebisingan menghasilkan efek merugikan langsung dan kumulatif yang mengganggu kesehatan dan menurunkan lingkungan perumahan, sosial dan kerja dengan kerugian nyata (ekonomi) dan tidak berwujud (kesejahteraan) yang sesuai. Kebisingan merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran, gangguan tidur, penyakit kardiovaskular, cacat (pendengaran), penurunan produktivitas, perilaku sosial negatif, reaksi jengkel, ketidakhadiran dan kecelakaan (Eriksson et al, 2018).

Kebisingan dapat mengganggu seseorang untuk menikmati fasilitas properti dan waktu luang seseorang dan meningkatkan frekuensi perilaku anti sosial (Clark and Paunovic, 2018). Kebisingan berdampak buruk pada kesehatan dan kesejahteraan umum dengan cara yang sama seperti halnya stres kronis. Kebisingan berdampak buruk bagi generasi mendatang dengan merusak lingkungan perumahan, sosial, dan pembelajaran dengan kerugian ekonomi (Héroux and Verbeek, 2018). Pemerintah memiliki keharusan untuk melindungi warga negara dari hal-hal yang merugikan efek polusi udara, termasuk yang dihasilkan oleh kebisingan.

Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya sangat menentukan kemampuan pekerja menyelesaikan pekerjaannya, karena dengan intensitas cahaya yang sesuai dengan jenis pekerjaan akan membantu pekerja untuk mengetahui dengan jelas objek yang akan dikerjakan, sehingga kelelahan mata yang akhirnya menjadi gangguan mata akibat intensitas cahaya kurang tidak terjadi (Samitz et al, 2011).

Pengaturan cahaya di tempat kerja disesuaikan dengan jenis pekerjaannya. Cahaya yang terlalu terang dapat menimbulkan kesilauan dan juga dapat menaikkan suhu di ruangan kerja, sedangkan apabila cahaya terlalu rendah dapat menyebabkan otot mata bekerja lebih maksimal sehingga dapat menyebabkan kelelahan mata.

Radiasi Frekuensi Radio (RF)

Mencakup gelombang radio dan gelombang mikro, berada di ujung spektrum elektromagnetik berenergi rendah. Ini adalah jenis radiasi non-pengion. Radiasi non-pengion tidak memiliki energi yang cukup untuk menghilangkan elektron dari atom. Cahaya tampak adalah jenis lain dari radiasi non-pengion. Radiasi RF memiliki energi yang lebih rendah daripada beberapa jenis radiasi non-pengion lainnya, seperti cahaya tampak dan inframerah, tetapi memiliki energi yang lebih tinggi daripada radiasi frekuensi sangat rendah (ELF).

Jika radiasi RF diserap tubuh dalam jumlah yang cukup besar, maka dapat menghasilkan panas. Hal ini dapat menyebabkan luka bakar dan kerusakan jaringan tubuh. Meskipun radiasi RF tidak dianggap menyebabkan kanker dengan merusak DNA dalam sel seperti halnya radiasi pengion, ada kekhawatiran bahwa dalam beberapa keadaan, beberapa bentuk radiasi non-pengion mungkin masih memiliki efek lain pada sel yang entah bagaimana dapat menyebabkan kanker (American Cancer Society, 2020).

Getaran

Paparan getaran baik segmental dan getaran seluruh tubuh menghasilkan peningkatan risiko gangguan *muskuloskeletal*, masalah vaskular perifer dan *sensorineural*, dan penyakit lainnya. Paparan berulang terhadap getaran jangka panjang menghasilkan pengurangan sensitivitas sentuhan, hilangnya ketangkasan manual dan *vasospasme* yang disebabkan oleh dingin yang menyebabkan pucat pada jari dan tangan.

Gejala ini disebut sebagai sindrom getaran tangan-lengan. Pekerja yang terpapar alat dengan frekuensi dominan dalam kisaran 60-300 Hz lebih mungkin mengembangkan gejala *Hand Arm Vibration Syndrome* (HAVS). Sebaliknya, pekerja yang menggunakan perkakas tangan yang memancarkan frekuensi dominan yang lebih rendah (yaitu, 10 – 60 Hz) dapat menunjukkan gejala HAVS.

Namun, alat dengan frekuensi dominan yang lebih rendah lebih cenderung menyebabkan hilangnya massa otot, dan cedera sendi pada siku dan bahu (Krajnak, 2018).

2.2.2 Kontaminan Biologi

Bakteri

Umumnya yang berasosiasi dengan bangunan sebagian besar bersifat saprofit dan merupakan bagian dari mikro flora normal yang ditemukan di hidung, mulut, telinga, dll. dan berasal dari udara luar (Moldoveanu, 2015). Beberapa bakteri heterotropik seperti *Mycobacteria*, *Legionella* ditemukan terkait dengan pembentukan biofilm, terutama di reservoir air dari sistem pendingin dan pipa air.

Beberapa spesies bakteri (Actinobacteria dan Bacillus) berasosiasi dengan jamur pada bangunan yang lembab (WHO 1988). Manusia bertanggung jawab atas penyebaran berbagai jenis bakteri di lingkungan dalam ruangan. Bakteri yang ditemukan di saluran pernapasan bagian atas sering dihilangkan melalui berbicara, batuk atau bersin.

Spesies bakteri menonjol yang teridentifikasi di area indoor adalah *Corynebacterium spp.*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, dan *Micrococcus spp* (Moldoveanu, 2015; Kausar dkk, 2016). Hewan peliharaan merupakan sumber penting bakteri dan mungkin terkait dengan tingkat sumber endotoksin di lingkungan dalam ruangan (Ownby et al, 2013). Penyimpanan sampah organik di area indoor meningkatkan kemungkinan kontaminasi bakteri (Moldoveanu, 2015).

Jamur

Merupakan mikroorganisme uniseluler atau multiseluler yang memiliki untaian hifa mikroskopis panjang yang melekat pada berbagai jenis struktur pembentuk spora (konidia). Kelompok jamur sangat beragam, struktur bantalan spora memfasilitasi proses aerosolisasi. Konsentrasi spora jamur dapat berkisar dari 100 spora m³ hingga 100.000 spora m³ di area luar ruangan (Moldoveanu, 2015).

Jamur, spora jamur dan produk sampingannya dapat dikaitkan dengan berbagai masalah pernapasan (Americam Air and Water, 2020). Konsentrasi jamur tergantung pada kondisi daerah, misalnya di rumah lembab dengan aktivitas air yang tinggi, jumlah spora jamur sangat tinggi (Nevalainen, 2002).

Aspergillus fumigatus, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Yeast*, *Phialophora*, dan *Stachybotrys*, dll ditemukan pada aktivitas air yang tinggi sedangkan *Aspergillus versicolor* dan *Penicillium* tumbuh dengan baik pada aktivitas air

yang relatif sedang hingga rendah. Spora jamur ada di mana-mana sehingga dapat berkecambah dalam aktivitas air antara 0,80-0,98 (WHO 2009).

Jamur membutuhkan protein, karbohidrat, dan lipid untuk perkembangannya. Mereka dapat tumbuh dengan baik pada bahan bangunan, buku, kayu, cat, makanan yang disimpan, minyak goreng, dll. (WHO 2009; Rautiainen et al. 2019). Konsentrasi dan jenis jamur tergantung pada musim, bahan konstruksi, usia bangunan dan status ventilasi bangunan (WHO 1988).

Sebuah studi review pada bioaerosol jamur menunjukkan bahwa *Aspergillus*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma* dan Ragi adalah generasi jamur yang paling umum ditemukan di dalam ruangan dan juga di luar ruangan dan mungkin terlibat dalam menyebabkan masalah kesehatan yang parah (WHO 2009).

Alergen

Merupakan zat yang mungkin menjadi penyebab alami reaksi alergi yang diperantarai *IgE* pada manusia. Mereka adalah protein dengan berat molekul tinggi atau *glikoprotein* yang bervariasi dari 10 kDa hingga > 100 kDa. Alergen dari *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* dan *Alternaria spp.* menginduksi reaksi hipersensitivitas tipe 1, yang menyebabkan berbagai penyakit pernapasan. Serangga dan produk sampingannya dilaporkan bertindak sebagai alergen yang kuat.

Sebuah studi klinis-imunologi menyimpulkan bahwa puing-puing nyamuk bisa menjadi alergen *inhalan* yang kuat di udara dalam ruangan. *Dermatophagoides pteronyssinus* (Der p I & Der p II) dan *Dermatophagoides farinae* (Der f I) adalah spesies utama tungau yang menghasilkan alergen (Kausar, 2018).

Industri roti, unggas, lumbung dan gula merupakan sumber utama alergen di lingkungan dalam ruangan. *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Pullularia*, *Ganoderma*, *Trichoderma* dan *Stemphylium* adalah jamur umum yang bertindak sebagai alergen (Kausar, 2018).

Virus

Merupakan entitas aseluler yang membutuhkan inang untuk replikasi dan multiplikasi yang dapat tumbuh pada objek alami atau buatan manusia. Waktu kelangsungan hidup virus pernapasan dan risiko infeksi menyebabkan penyakit sering disebabkan oleh udara dalam ruangan (Yu et al, 2004).

Aktivitas manusia seperti batuk, bersin, berbicara, dan tertawa dapat menyebarkan jutaan virus di udara di lingkungan dalam ruangan melalui tetesan (Diglisic et al, 1999). Infeksi *hantavirus* sangat umum pada penghuni di lingkungan dalam ruangan karena adanya hewan pengerat (Aitken dan Jeffries, 2001).

2.2.3 Kontaminasi Kimia

Logam dan Metaloid

Bahan tersebut di lingkungan memiliki berbagai sumber. Salah satu sumber merkuri dan timbal adalah pertambangan emas rakyat. Misalnya, di daerah pertambangan emas Tongguan, Shaanxi, Cina, konsentrasi logam ini dalam biji-bijian dan sayuran yang diproduksi secara lokal melebihi batas toleransi pemerintah dan menimbulkan potensi risiko kesehatan bagi orang-orang dari konsumsi (Xiao et al, 2017).

Timbal dan kadmium dari tambang besi di Maroko mengakibatkan konsentrasi kadmium dalam organ ternak lebih tinggi dari batas yang dapat diterima (Nouri dan Haddioui, 2016). Demikian juga, di Spanyol, domba di dekat tambang ditemukan memiliki kontaminasi timbal, dengan tingkat 87,5% sampel hati di atas Tingkat Residu Maksimum Uni Eropa (MRL) (Pareja-Carrera et al, 2014).

Daerah industri sering memiliki pencemaran lingkungan yang luas oleh logam. Di Rumania, tanaman yang terkontaminasi timbal, kadmium, tembaga, dan seng, melebihi tingkat maksimum yang dapat diterima dalam beberapa sampel (Nedelescu et al, 2017). Di Cina, kadmium dari smelter seng terkontaminasi daun dan sayuran akar khususnya (Li et al, 2016). Arsenik, selenium, timbal, dan kontaminan logam dan metaloid lainnya ditemukan di dekat pabrik kokas di Cina, mencemari tanah dan makanan, dan terdeteksi dalam sampel darah dari anak-anak (Cao et al, 2014).

Dalam hal ini, konsumsi makanan ditentukan sebagai jalur paparan utama bagi anak-anak setempat. Di Belgia, kadmium terdeteksi dalam makanan yang diproduksi secara lokal tumbuh di dekat tanaman logam *non ferrous* (Vromman et al, 2008). Talium dari pabrik baja di Cina selatan ditemukan mencemari tanah dan sayuran, melebihi standar Jerman untuk tingkat maksimum yang diizinkan dan menunjukkan hiper akumulasi pada tanaman seperti daun selada, lobak, dan pak choi (Liu et al, 2017).

Banyak buah dan sayuran telah terbukti terkontaminasi oleh logam. Misalnya, kadmium dalam tanah terdeteksi pada jeruk pusa di Cina dan timbal dan kadmium dalam kedelai di Argentina (Cheng et al, 2015). Juga di Cina, berbagai logam terdeteksi dalam biji yang dapat dimakan, dengan kadar tembaga yang cukup tinggi untuk menunjukkan peningkatan risiko kesehatan bagi orang yang mengonsumsinya (Chen et al, 2010).

Sebaliknya, tingkat kontaminasi merkuri dalam sampel beras dari sebuah kota di Cina timur berada di bawah tingkat yang mungkin memengaruhi kesehatan manusia (Wang et al, 2017). Di arena global, *methylmercury* telah terdeteksi pada ikan dan makanan laut lainnya di seluruh dunia (Peng et al, 2016). Jaringan ikan dari Turki terbukti terkontaminasi dengan tembaga, besi, seng, dan mangan (Tekin-Özan, 2008).

Berbagai logam juga telah terdeteksi pada ikan dari Sisilia, dengan beberapa konsentrasi melebihi batas regulasi Eropa (Copat et al, 2012). Di Asia, spesies makanan penyu telah terbukti mengandung merkuri (Green et al, 2010). Berkenaan dengan air, *arsenisme* endemik dari air minum yang terkontaminasi telah dilaporkan di Cina (Jin et al, 2003).

Pemantauan telah mendeteksi nikel dalam air minum di New South Wales, Australia, tetapi kadarnya tampaknya tidak menimbulkan risiko kesehatan bagi penduduk setempat (Alam et al, 2008). Bukti lebih lanjut tentang potensi risiko kesehatan bagi manusia dari logam adalah survei sampel manusia. Merkuri dan mono metil merkuri terdeteksi dalam sampel rambut manusia dari Guyana Prancis, terkait dengan diet kaya ikan, dengan 57% orang yang diuji memiliki kadar merkuri lebih tinggi dari batas keamanan WHO (Fréry et al, 2001).

Di Spanyol, merkuri, timbal, dan kadmium juga telah terdeteksi dalam sampel susu manusia, dengan peningkatan kadar timbal terkait dengan konsumsi kentang yang lebih tinggi (García-Esquinas et al, 2011).

Bab 3

Mikrobiologi Pangan

3.1 Pendahuluan

Banyak pangan hasil produk mikroorganisme, biasa disebut pangan fermentasi. Mikroorganisme memberikan kontribusi terhadap rasa, tekstur, penampilan, dan sifat fungsional lainnya pada produk makanan yang dihasilkan. Namun pangan juga bisa rusak karena ditumbuhi mikroorganisme. Peran mikroorganisme terhadap bahan pangan ada dua kategori yaitu menguntungkan dan merugikan.

Peran menguntungkan mikroorganisme dalam bahan pangan yaitu:

1. Mikroorganisme dimanfaatkan untuk menghasilkan produk pangan fermentasi. Contoh produk makanan yang dihasilkan dari proses fermentasi yaitu tempe, oncom, tape, tauco, yoghurt, nata, kecap.
2. Mikroorganisme juga menghasilkan produk metabolit seperti asam amino, enzim, antibiotik, asam organik.

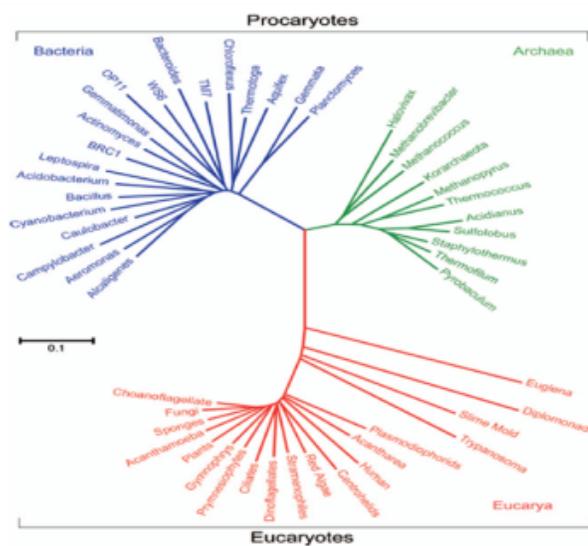
Peran merugikan dari mikroorganisme:

1. Menyebabkan kerusakan pada bahan makan
Ditandai dengan bahan makanan menjadi berair, berlendir, berbau busuk, rasa menjadi asam, timbul jamur, perubahan warna.

2. Menyebabkan beberapa penyakit seperti disentri, tipus, kolera.

3.2 Penggolongan Mikroorganisme Pangan

Menurut taksonomi modern, makhluk hidup dikelompokkan menjadi tiga domain, yaitu *eukariotik*, *bakteri*, dan *archaea* (Gambar 3.1). Mikroorganisme yang berperan pada fermentasi makanan berada pada kelompok *eukariotik* atau Bakteri. Kelompok *Archaea* adalah makhluk hidup yang hidup pada kondisi ekstrem, sehingga tidak ditemukan pada bahan pangan.



Gambar 3.1: Phylogenetic Tree Makhluk Hidup Berdasarkan Urutan 16srna (Whitman, 2009)

Bakteri merupakan mikroorganisme yang dominan pada makanan yang difermentasi alami maupun yang difermentasi menggunakan kultur/starter. Di antara kelompok bakteri, bakteri asam laktat (BAL) lebih sering ditemukan dalam produksi fermentasi asam. Bakteri non BAL, antara lain *Bacillus*, *Micrococcaceae*, *Bifidobacterium*, *Brachybacterium*, *Brevibacterium*, *Propionibacterium* juga sering digunakan untuk fermentasi makanan (Voidarou et al., 2021). Produk fermentasi oleh bakteri, antara lain: acar, keju, dan sosis (Tabel 3.1).

Tabel 3.1: Klasifikasi Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Makanan (SS Narina, 2020)

Penggolongan Bakteri	Kelompok Bakteri	Bakteri Berasosiasi Pangan
Berdasarkan pH		
Acedophile (pH <5,5)	Patogen: Escherichia coli, Salmonella typhi	Usus besar manusia
	Bermanfaat: Lactobacillus	Yoghurt, pickles
Neutrophiles (pH 7,5-8,5)	Patogen: E. coli, S. typhi, Staphylococcus	
Alkaliphiles (pH>8)	Vibrio cholerae, Bacillus firmus	
Berdasarkan Suhu		
Thermophilic (41-122oC)	Archea	Kompos
Mesophilic (-25-40oC)	Micrococcacea	Pangan segar
	E. coli	Proses pengolahan daging, ayam, seafood
Psychrophilic (-20-10oC)	Arthrobacter sp., Psychrobacter sp.	Dasar laut
Psychrophilic (≤ 7 oC)	Pseudomonas syringae	Makanan beku, produk susu
Berdasar Kebutuhan Oksigen		
Aerobik	Pseudomonas, Neisseriaceae	Seafood, daging segar, ayam, telur
Fakultatif anaerob	Enterobacteriaceae	Sayur segar, daging, ayam, ikan, telur
Anaerob	Clostridium botulinum	Yoghurt
Berdasarkan Aktivitas		
Penyebab penyakit	Bacillus cereus	Nasi, daging
	Campylobacter spp.	Ayam, susu tidak dipasteurisasi
	Clostridium botulinum	Ikan, daging
	Clostridium perfringens	Daging, ayam
	E. coli	Daging, susu
	Listeria monocytogenes	Keju
	Salmonellae	Daging, ayam, telur
	Shigella spp.	Telur, salad
	Staphylococcus aureus	Produk susu, daging babi, ayam
Yersinia enterocolitica	Susu, ayam	
Bermanfaat		
Membantu metabolisme tubuh	Lactobacillus sp., Leuconostoc spp.	Yoghurt
Industri makanan dan minuman	Acetobactor sp., Bacillus sp., Glucanoacetobacter sp.,	Cokelat, vinegar
	Glucanoacetobacter sp.,	Kopi
	Arthrobacter sp., Brevibacterium sp.,	Produk susu, keju, yoghurt
	Carnobacterium sp., Corynebacterium	Keju
	Bifidobacterium sp., Lactobacillus sp	Yoghurt

Pemanfaatan jamur di industri pangan sudah banyak yaitu untuk mengubah komponen pangan, mempertahankan nilai gizi, dan memperluas jenis makanan. Terlepas dari bahaya jamur karena dapat menghasilkan racun. Oleh

karena itu penting mengetahui sifat jamur yaitu pertumbuhan dan proliferasi, produksi, sekresi enzim, peptida yang dihasilkan (antara lain rasa, fungsi fisiologis, dan aktivitas anti mikroorganisme), produk metabolit sekunder dan antibiotik.

Beberapa spesies jamur digunakan sebagai starter produksi alkohol, susu fermentasi dan keju. Di Eropa, jamur digunakan untuk produksi berbagai jenis keju (misalnya Roquefort, Camembert) dan enzim. Beberapa jamur yang berperan penting bagi manusia yaitu genus *Aspergillus*: *Aspergillus acidus*, *A. oryzae*, *A. sojae*, *A. oryzae*, *A. niger*, *A. sydowii*, *A. Flavus*, *A. Versicolor* (Voidarou et al., 2021).

Spesies jamur yang terdapat pada makan dapat dilihat Tabel 3.2:

Tabel 3.2: Spesies Fungi / Jamur Dalam Makanan (Khachatourians, 2003)

Genus spesies	Genus spesies
Yeast	Filamentous fungi
Candida	Aspergillus
maltosa	nidulans
antarctica	niger
pseudotropicalis	oryzae
shehatae	Mucor
utilis	hiemalis miehei
Debaryomyces hansenii	pusillus
Kluyveromyces	miehei
lactis	Penicillium
marxianus var. marxianus	album
Pachysolen tannophilus	camemberti
Phaffia rhodozyme	caseicolum
Pichia stipitis	roquefortii
Saccharomyces	Rhizopus
bayanus	arrhizus
carlsbergensis	cohnii
exiguus	delemar
rosei	niveus
rouxii	oligosporus
uvarum	Jamur bisa dikonsumsi
cerevisiae	Agaricus bisporus
lipolytica	Agaricus campus
Yarrowia lipolytica	Lentinus edodes
	Pholiota nameke
	Pleurotus ostreatus
	Volvariella volvace

Secara umum, yeast/ragi telah digunakan dalam berbagai pengolahan dan pengawetan makanan. Saat ini, bioteknologi ragi banyak dikembangkan untuk produksi makanan, minuman, obat-obatan dan enzim. Spesies *Saccharomycopsis*, *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis* dan *Zygosaccharomyces*

adalah strain ragi yang paling umum digunakan untuk fermentasi. Ragi banyak digunakan untuk produksi minuman fermentasi, yaitu susu, minuman beralkohol.

Kluyveromyces, *Saccharomyces* dan *Torula* merupakan campuran mikroorganisme yang berkontribusi untuk pengembangan karakteristik sensoris pada proses fermentasi produk kefir. *Debaryomyces hansenii* dan *Yarrowia lipolytica* sangat penting untuk pembentukan aroma pada keju *Munster* dan *Parmesan*. *Saccharomyces cerevisiae*, *Hanseniaspora uvarum*, *Kluyveromyces marxianusa* dan *Pichia* digunakan untuk menghasilkan aroma pada fermentasi biji kakao (Voidarou et al., 2021).

Faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan mikroba antara lain suhu, pH, aktivitas air, dan potensi redoks. Tumbuhnya mikroorganisme dalam makanan tidak hanya ditentukan oleh karakteristik fisik dan gizi makanan, tetapi juga tergantung pada faktor ekstrinsik dan intrinsik makanan serta interaksinya. Industri makanan memanfaatkan kondisi ini untuk meningkatkan kualitas produk yaitu dengan memanipulasi produk atau proses untuk mencegah kontaminasi dan pertumbuhan mikroba dalam makanan.

Tabel 3.3: Faktor Memengaruhi Pertumbuhan Mikroba Pada Makanan (Preetha and Narayanan, 2020)

Faktor Intrinsik	Faktor Ekstrinsik	Faktor Implisit	Faktor Proses
Komposisi nutrisi	Kelembapan relatif	Metabolisme	Pengerjaan secara fisik
pH	Temperatur penyimpanan	simbiosis	Pemakaian bahan kimia
Potensial oksidasi reduksi	Udara	komensalisme	Zat pengontaminasi
<i>Water activity</i> (Aw)	Kehadiran mikroorganisme lain	Antagonisme	
Struktur biologi		Predator	
Kandungan anti bakteri		Kompetisi antar mikroorganisme	

Faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme (Tabel 3.3) adalah:

1. Faktor intrinsik: faktor yang terdapat dalam bahan makanan tersebut.
2. Faktor ekstrinsik: faktor yang berhubungan dengan kondisi lingkungan sekitar bahan makanan disimpan.
3. Faktor implisit: faktor yang berhubungan dengan mikroorganisme itu sendiri.

4. Faktor proses: faktor proses produksi bahan makanan.
5. Interaksi antar faktor yang telah disebutkan, juga dapat memengaruhi pertumbuhan mikroba dalam makanan dengan cara yang rumit; efek gabungan dari interaksi ini mungkin aditif atau sinergis.

3.3 Pangan Fermentasi

Makanan fermentasi adalah salah satu makanan olahan yang diproduksi dan dikonsumsi oleh manusia lebih dari 5.000 tahun yang lalu dan sampai sekarang masih populer dikonsumsi. Contoh pangan fermentasi: tape, tempe, kecap, yoghurt, keju. Makanan produk fermentasi merupakan hasil aktivitas mikroorganisme yang secara sengaja atau spontan ditambahkan pada bahan baku.

Banyak makanan merupakan hasil fermentasi mikroorganisme dan produk sampingnya (Tabel 3.4). Dalam banyak kasus fermentasi, lebih dari satu organisme atau kelompok organisme terlibat. Contohnya, dalam pembuatan keju Swiss, bakteri asam laktat termofilik dari dua spesies berbeda diperlukan untuk fermentasi susu. Pertama laktosa susu diubah menjadi asam laktat dan mengasamkan keju ke pH 5,2, proses ini berlangsung sekitar 18 jam.

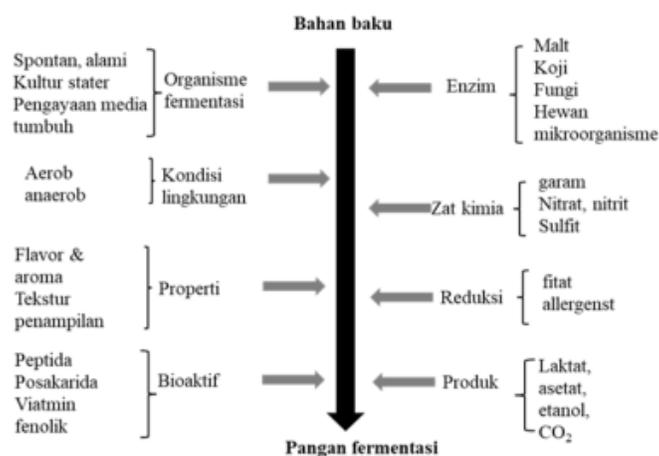
Beberapa minggu kemudian, organisme lain, yaitu *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermani*, mulai tumbuh, akan menghasilkan asam organik lainnya dan karbon dioksida (Scott and Sullivan, 2008). Gas CO₂ menyebabkan terbentuk lubang yang merupakan karakteristik keju Swiss. Makanan fermentasi jenis lain hanya melibatkan satu organisme pada proses fermentasi. Contohnya tempe dibuat dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oligosporus* pada kedelai.

Tabel 3.4: Beberapa Jenis Makanan Hasil Fermentasi (Scott and Sullivan, 2008)

Nama Produk Fermentasi	Bahan Baku	Mikroorganisme
Roti	Tepung gandum	Khamir: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Mentega	susu	Bakteri: <i>Streptococcus spp.</i> Bakteri: <i>Leuconostoc spp.</i>
Keju	Susu	Bakteri: <i>Lactobacillus spp. (primary)</i> Bakteri: <i>Lactococcus spp. (primary)</i>

Nama Produk Fermentasi	Bahan Baku	Mikroorganisme
		Bakteri: <i>Pediococcus spp.</i> (primary) Bakteri: <i>Streptococcus spp.</i> (primary) Bakteri: <i>Leuconostoc spp.</i> (secondary) Bakteri: <i>Propionibacter spp.</i> (secondary)
Cokelat	Biji cokelat	Khamir: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Kapang: <i>Candida rugosa</i> Khamir: <i>Kluyveromyces marxianus</i>
Kopi	Biji kopi	Bakteri: <i>Erwinia dissolvens</i>
Miso	Kedelai	Kapang: <i>Aspergillus oryzae</i>
Tape	Ubi kayu	Kapang: <i>Aspergillus</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Mucor sp.</i> , <i>Rhizopus sp.</i> , Khamir: <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> , <i>Saccharomycopsis malanga</i> , <i>Pichia burtonii</i> , <i>Saccharomyces cereviceae</i> , <i>Candida utilis</i> Bakteri: <i>Acetobacter</i> , <i>Pediococcus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i>
Kecap	Kedelai	Kapang: <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Rhizopus sp.</i>
Tempe	Kedelai	Kapang: <i>Rhizopus sp.</i>
Vinegar	Jus buah	Khamir: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Yogurt	Susu	Bakteri: <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Pickles /acar	Ketimun	Bakteri: <i>Leuconostoc mesenteroides</i>

Pangan fermentasi adalah makanan atau minuman yang dibuat dengan cara menumbuhkan mikroba secara terkontrol, sehingga akan terjadi perubahan komponen makanan mayor dan minor dalam bahan makanan (Gambar 3.2). Kualitas gizi makanan diketahui dapat dipengaruhi oleh fermentasi, yaitu peningkatan jumlah dan keberadaan nutrisi. Pada proses fermentasi, enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme akan mengubah makro nutrisi dari media pertumbuhannya.



Gambar 3.2: Faktor Yang Memengaruhi Dan Perubahan Yang Terjadi Pada Fermentasi Pangan (Marco et al., 2017)

Mikroorganisme dapat melakukan degradasi zat anti gizi sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi oleh mukosa dan meningkatkan proses pencernaan. Selain itu kelarutan protein dan asam amino, serta ketersediaan beberapa vitamin dan mineral dapat ditingkatkan melalui proses fermentasi (Sharma et al., 2020).

3.4 Kerusakan Pangan Oleh Mikroorganisme

Infeksi akibat keracunan makanan yang disebabkan oleh bakteri mencapai hampir 80% dari semua penyakit akibat makanan. Infeksi oleh makanan dapat terjadi jika terjadi (Medina et al., 2016):

1. Kontaminasi mikroorganisme dan pertumbuhan mikroorganisme patogen.
2. Frekuensi dan jumlah makanan yang dikonsumsi juga bergantung pada jumlah mikroorganisme patogen.
3. Kepekaan konsumen terhadap patogen. Khususnya anak-anak, orang tua, ibu hamil dan penderita immunosupresi lebih berisiko daripada konsumen umumnya.

Makanan yang berasal dari hewan dan tanaman memiliki kandungan karbohidrat, protein dan lipid, sehingga makanan merupakan tempat hidup mikroorganisme karena kandungan nutrisi. Tumbuhan dan hewan hidup memiliki struktur dan pertahanan kimia untuk mencegah mikroba tumbuh. Namun bila mati atau tidak aktif maka sistem pertahanan ini memburuk dan menjadi kurang efektif, sehingga mikroba mampu memanfaatkan nutrisi dalam makanan.

Oleh karena itu dalam proses pengolahan makanan harus memperhatikan faktor penyebab pembusukan. Mikroorganisme mungkin tidak tumbuh pada makanan tertentu karena adanya nutrisi dalam bahan makan yang hilang atau berubah menjadi zat lain. jenis makanan yang berbeda akan menyebabkan pengaruh berbeda dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk.

Pembusukan makanan terjadi akibat proses metabolisme yang menyebabkan makanan menghasilkan senyawa yang tidak diinginkan atau tidak dapat diterima oleh konsumen karena perubahan karakteristik sensoris. Makanan basi biasanya mengandung mikroba patogen atau racun. Selain itu juga akan terjadi perubahan tekstur, bau, rasa, atau penampilan yang menyebabkan orang tidak mau mengonsumsi.

Pembusukan makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme, berdampak bagi lingkungan dan ekonomi. Kerugian yang terbesar akibat pembusukan oleh mikroba adalah produk segar dan susu hampir 20%. Persentase yang lebih rendah adalah kerugian yang ditimbulkan pada produk biji-bijian (15,2%), pemanis (12,4%), buah dan sayuran olahan (8,6%), daging, unggas, dan ikan (8,5%), serta lemak dan minyak (7,1%) (Lipton et al., 1999).

Kelompok bakteri penyebab kerusakan makan (SS Narina, 2020):

1. Pseudomonadaceae

Merupakan bakteri Gram negatif, *psychrophilic*, anaerobik. Termasuk kelompok ini *pseudomonas* yang merupakan bakteri utama penyebab kerusakan pada seafood, ikan mentah, ayam dan telur.

2. Neisseriaceae

Merupakan bakteri gram negatif, *psychrophilic*, anaerobik, katalase positif. Jenis yang menginfeksi makanan adalah *pseudomonas*.

3. Enterobacteriaceae

Merupakan bakteri gram negatif, *mesophilic*, anaerobik, *fermentatif*, tidak berspora, katalase positif. Termasuk kelompok bakteri ini adalah: *escherichia*, *erwinia*, *enterobacter*, *citrobacter*, *serratia*, dan *proteus*. Bakteri ini biasa ditemukan sayuran segar, daging, unggas, ikan, telur.

4. Micrococcaceae

Merupakan bakteri gram positif, *mesophilic*, *spherical*, katalase positif. Termasuk kelompok ini adalah *micrococcus* dan *staphylococcus*. Bakteri ini biasa ditemukan pada produk unggas, seafood, pembusukan makanan segar dan daging olahan.

5. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Termasuk kelompok ini antara lain *lactobacillus*, *leuconostoc*, *streptococci*, *lactococcus*, *enterococci*. Bersifat gram positif, tidak menghasilkan katalase, anaerob fakultatif, fermentasi.

6. Coryneform

Termasuk kelompok ini adalah *corynebacterium* dan *brevibacterium*. Mikroorganisme ini umumnya tidak mengontaminasi makanan, namun dapat membusukkan keju. Kontaminasi berasal dari tanah, hewan, dan manusia. Kelompok bakteri ini bersifat gram positif dan positif katalase.

Bab 4

Objek Sanitasi dan Higiene Pangan

4.1 Pendahuluan

Di era pentingnya keselamatan dan keamanan pangan, tingginya permintaan dan kebutuhan konsumen turut memengaruhi peningkatan produksi pangan sehingga kebutuhan praktik sanitasi yang lebih baik, mulai dari bahan baku, pengolahan, hingga konsumsi turut meningkat. Sanitasi adalah ilmu terapan untuk mencapai kondisi higienis berupa langkah-langkah peningkatan kesehatan melalui pencegahan kontak manusia dengan limbah berbahaya, sedangkan higienis sendiri merupakan cabang ilmu yang membahas mengenai pentingnya kebersihan untuk menjaga kesehatan (Roday, 2011).

Upaya untuk mencapai kondisi higienis yang baik tentunya memerlukan pengenalan dan pemahaman terhadap objek-objek apa saja yang memerlukan penerapan kondisi sanitasi yang tepat. Ruang lingkup sanitasi pangan berfokus pada pengawasan kondisi lingkungan yang terdiri dari aspek penyediaan air bersih atau air minum, seperti pengawasan kualitas dan kuantitas air, pemanfaatan air, pengolahan, pemeliharaan hingga jenis penyakit apa saja yang dapat ditularkan.

Kemudian ada pengolahan makanan dan minuman, pengolahan sampah, pengendalian serangga dan binatang pengerat, hingga aspek-aspek kesehatan dan keselamatan kerja. Beda halnya dengan sanitasi, ruang lingkup higiene pangan ditujukan kepada pelaku kegiatan yang meliputi higiene perseorangan (personal hygiene) dan higiene makanan dan minuman (Widyastuti, Nurmasari & Almira, 2019).

Keamanan pangan tidak dapat dicapai secara kebetulan. Setiap tahapan dalam persiapan pangan yang aman tentunya membutuhkan langkah dan prosedur khusus yang perlu diperhatikan sehingga dibutuhkan perencanaan yang baik terlebih dahulu berdasarkan keamanan pangan (food safety). Rencana keamanan pangan dikembangkan menggunakan metode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).

HACCP awalnya dikembangkan oleh NASA untuk memastikan makanan di penerbangan luar angkasa aman untuk dimakan para astronot atau peneliti-peneliti ruang angkasa. HACCP merupakan pendekatan keamanan pangan yang sistematis dan bersifat sebagai tindak pencegahan yang direkomendasikan oleh *Codex Alimentarius Commission*, organisasi standar internasional PBB untuk keamanan pangan. HACCP tidak hanya memeriksa produk pangan siap konsumsi tetapi juga dapat membantu untuk menemukan, memperbaiki, dan mencegah bahaya selama proses produksi, termasuk bahaya fisik, kimia, dan biologis (BC Cook Articulation Committee, 2015).

Pemerintah Indonesia sendiri menegaskan di dalam Undang-undang Kesehatan Nomor 36 Tahun 2009 pasal 162 bahwa kesehatan lingkungan harus dilakukan dalam berbagai upaya untuk mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat, baik fisik, kimia, biologi, maupun sosial agar setiap orang dapat mencapai derajat kesehatan yang baik.

Hal ini tentunya dapat dilakukan melalui peningkatan sanitasi lingkungan, baik yang menyangkut tempat maupun terhadap bentuk atau wujud substantif yang berbentuk fisik, kimia, atau biologis hingga perubahan perilaku. Peraturan lain yang mengatur mengenai pangan adalah Permenkes RI nomor 1096/Menkes/per/vi/2011 dan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2012 yang mendeskripsikan higiene sanitasi sebagai upaya untuk mengendalikan faktor risiko terjadinya kontaminasi terhadap makanan, baik yang berasal dari bahan makanan, orang, tempat dan peralatan agar aman dikonsumsi.

Oleh karena itu, pada bab ini akan dibahas mengenai contoh objek-objek sanitasi dan higiene pangan mencakup bahan pangan, personal, dan fasilitas.

4.2 Bahan Pangan

Bahan pangan dalam pengolahan makanan memiliki risiko kerusakan yang dapat disebabkan bakteri (dibahas pada bab 3) sehingga sebagian jenis dapat dikategorikan sebagai makanan yang berpotensi berbahaya (Potentially Hazardous Foods; PHF). PHF adalah pangan yang dianggap mudah rusak. Artinya, pangan akan mudah rusak atau "busuk" jika dibiarkan pada suhu kamar.

Berdasarkan hal tersebut jenis pangan dapat dibagi menjadi dua kriteria, yaitu PHF dan non-PHF seperti contoh pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1: Jenis Kategori Pangan PHF dan Non-PHF (BC Cook Articulation Committee, 2015)

PHF	Non-PHF
Daging ayam, daging sapi, daging babi, dan produk daging lainnya	Dendeng Sapi
Produk olahan patiseri dan roti dengan isian daging, keju, atau krim	Roti
Bawang goreng, irisan bawang segar dalam minyak (bawang putih, bawang merah, atau bawang bombay)	Bawang mentah tanpa diolah
Makanan kaleng yang sudah dibuka (daging, sayur, dll)	Makanan kaleng yang belum dibuka dan tidak berlabel "simpan di kulkas"
Tahu dan produk turunannya	Kacang-kacang mentah
Krim kopi	Minyak masak
Telur mentah dan berbagai olahan telur	Bubuk telur
Saus	Tepung
Sup kering yang dicampur dengan air	Sup kering bubuk

Berdasarkan jenis potensi bahaya pada makanan, setiap produsen tentu diharapkan untuk dapat memastikan setiap tahapan masuk, proses, dan luaran dari pengolahan makanan yang dihasilkan bisa berjalan sesuai kriteria.

Kriteria makanan yang diolah harus dalam keadaan baik, aman, fungsional, bergizi tinggi, bernilai nutrisi, memiliki kualitas sensoris yang dapat diterima konsumen, dan memiliki nilai yang wajar bagi produsen maupun konsumen. Pemahaman dan identifikasi objek sanitasi dan higiene pangan menjadi salah

satu langkah yang penting dalam merencanakan dan melaksanakan pengolahan pangan yang dimaksud.

Makanan Mentah

Makanan atau bahan mentah sering mengandung patogen yang dapat menyebabkan keracunan makanan. Sering kali kita tidak dapat mengetahui apakah suatu jenis makanan mengandung patogen hanya dari tampilan, rasa, atau bau. Beberapa jenis makanan mentah yang dianggap "baik untuk kesehatan" seperti tiram mentah, telur mentah, sushi, dan steik dengan tingkat kematangan *rare* (80% mentah) sering kali menimbulkan risiko pada sebagian konsumen.

Langkah pencegahan yang dapat dilakukan dalam mengolah atau menyajikan makanan mentah salah satunya adalah sebagai berikut (BC Cook Articulation Committee, 2015):

1. Membeli semua makanan atau bahan mentah dari pemasok yang telah tersertifikasi dan memenuhi standar prosedur keamanan pangan.
2. Menggunakan proses sterilisasi alternatif seperti pasteurisasi atau tekanan panas pada telur dan susu.
3. Tidak menyajikan jenis makanan mentah kepada pelanggan yang berisiko tinggi seperti manula, anak kecil, orang dengan kesehatan khusus seperti penyakit *autoimun*, orang sakit atau panti jompo.

Minuman

Minuman atau beverage didefinisikan sebagai semua jenis cairan yang dapat diminum. Minuman pada industri pangan dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu minuman non alkohol dan alkohol. Bahan dasar air yang digunakan dalam produk minuman seminimal mungkin harus sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk air konsumsi dan disterilisasi dengan teknik pasteurisasi atau UHT (Ultra High Temperature) sebagai pencegahan kontaminasi pada produk minuman.

Beberapa jenis minuman mengandung gula atau pemanis buatan, pengawet, pewarna, antioksidan, dan vitamin. Komponen-komponen yang dimasukkan ke dalam minuman tersebut harus bisa di karakterisasi jenis dan konsentrasinya sesuai dengan standar pada tiap tahapan *Quality Control* (QC) untuk memastikan keamanan produk untuk kesehatan konsumen (Varzakas dan Constantina, 2016).

Susu dan Produk Turunan

Susu merupakan bahan pangan berbentuk cairan dan memiliki kandungan nutrisi dan protein yang tinggi sehingga rentan terkontaminasi bakteri. Susu diperoleh dari ternak sehat yang mengandung sedikit bakteri patogen. Namun dalam proses pengambilannya, kondisi lingkungan yang merupakan bagian luar dari hewan dapat menyebabkan kontaminasi pada susu yang dihasilkan. Salah satu penelitian menemukan bahwa bakteri dari kotoran, tanah, dan air dapat ditemukan dalam susu (Roday, 2011).

Pada tahun 1985, susu pasteurisasi menyebabkan wabah salmonellosis yang cukup besar di Amerika Serikat. Padahal diketahui bahwa pasteurisasi merupakan salah satu langkah sterilisasi susu yang umum dilakukan untuk membunuh mikroba-mikroba patogen (Marriott, 1997).

Temuan-temuan ini menjadi salah satu pemicu untuk meningkatkan standar sanitasi pada pabrik pengolahan susu. Proses peningkatan kualitas produk susu dan turunannya tentunya membutuhkan desain dan praktik higienis serta standar sanitasi yang baik.

Daging dan Unggas

Daging dan unggas merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan banyak mikroorganisme karena memiliki kelembaban yang cukup, kaya akan protein, vitamin, dan memiliki pH yang menguntungkan bagi pertumbuhan mikroorganisme.

Meskipun daging diperoleh dari bagian dalam hewan ternak yang sehat tanpa penyakit, daging termasuk bahan pangan yang cepat mengalami kontaminasi selama proses penyembelihan berlangsung. Bagian luar hewan, seperti kulit, kuku, dan rambut mengandung berbagai macam mikroorganisme yang berasal dari kotoran, tanah, air, dan pakan ternak. Kontaminasi yang ditemukan dalam daging, menjadi penyebab utama terjadinya proses pembusukan dan penularan penyakit (Roday, 2011).

Makanan Laut (Seafood)

Industri makanan laut rentan mengalami kontaminasi. Makanan laut sangat mudah rusak karena mengandung banyak air sehingga cocok untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme. Program sanitasi yang efektif sangat penting untuk mereduksi tingkat kontaminasi yang dapat terjadi.

Ikan mentah mengandung mikroorganisme patogen potensial seperti *Listeria monocytogenes*.

Meskipun bakteri ini dapat mati dengan proses pasteurisasi, bakteri ini sering kali lolos dan dapat ditemukan pada produk-produk makanan laut siap makan. Perancangan tempat olah, lokasi, desain dan bahan konstruksi pada fasilitas pengolahan makanan laut serta kesadaran personil menjadi faktor kritis dalam pemeriksaan sanitasi pangan laut (Marriott dan Gravani, 2011; Roday, 2011).

Buah dan Sayur

Buah-buahan dan sayuran rentan mengalami kontaminasi dari wadah selama transportasi ke pasar atau ke pabrik pengolahan. Pencucian buah dan sayuran yang baik dapat mengurangi jumlah bakteri, terutama untuk sayur berupa daun, umbi, atau kacang-kacangan yang berasal dari akar yang kontak erat dengan tanah. Mikroorganisme yang ditemukan pada permukaan buah dan sayuran terdiri dari flora normal dan juga mikroorganisme yang berasal dari tanah dan air, serta beberapa patogen tanaman.

Genus bakteri yang biasanya ditemukan adalah *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Pseudomonas*, dan *Lactobacillus*. Beberapa cara pengawetan seperti pendinginan, pelapisan lilin, pengeringan, dan pengalengan juga dilakukan pada buah dan sayur untuk mencegah kontaminasi oleh mikroorganisme penyebab pembusukan dan patogen selama produksi, pemrosesan, penyimpanan, dan distribusi (Marriott dan Gravani, 2011; Roday, 2011).

Makanan Ringan (Camilan)

Makanan ringan olahan seperti keripik singkong, cokelat, gorengan, dan makanan basah tradisional sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari. Makanan ringan dibuat dari bahan atau komposisi makanan tertentu dengan fungsi dan rasa tertentu, seperti bahan baku yang mengandung pati dan turunannya (kentang, singkong, ubi, tepung terigu, tepung maizena).

Beberapa parameter keamanan dan kualitas perlu dikontrol dalam setiap tahap produksi, terutama dalam penyediaan bahan baku. Risiko yang mungkin terjadi contohnya adalah kontaminasi mikrobiologis (jamur, kapang, bakteri), bahan kimia (fungisida dan residu pestisida), dan fisik (bahan asing yang berasal dari tanah atau proses panen). Kontrol bahan baku lainnya berupa minyak, tepung, penyedap, garam, zat aditif, gula dan pengawet harus

memenuhi spesifikasi keselamatan sesuai peraturan undang-undang yang berlaku (Varzakas dan Constantina, 2016).

4.3 Higiene Perseorangan (Personal Hygiene)

Higiene perseorangan mengacu pada kebersihan tubuh dan pakaian seseorang. Dalam menjamin kualitas pangan, pekerja yang mengolah atau kontak dengan makanan baik secara langsung maupun tidak langsung harus memegang prinsip-prinsip kesehatan dan kebersihan dalam menyiapkan makanan yang aman untuk dikonsumsi (Marriott, 1997).

Kesehatan pekerja juga memegang peranan penting dalam sanitasi makanan. Manusia merupakan sumber potensial mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada orang lain melalui transmisi virus atau keracunan makanan (gambar 4.1).

Salah satu prinsip dasar yang perlu dilakukan adalah memutus siklus dengan menghindari kontaminasi silang, yang dapat dicapai dengan memastikan para pekerja terbiasa dengan praktik sanitasi dan mencapai standar kebersihan.

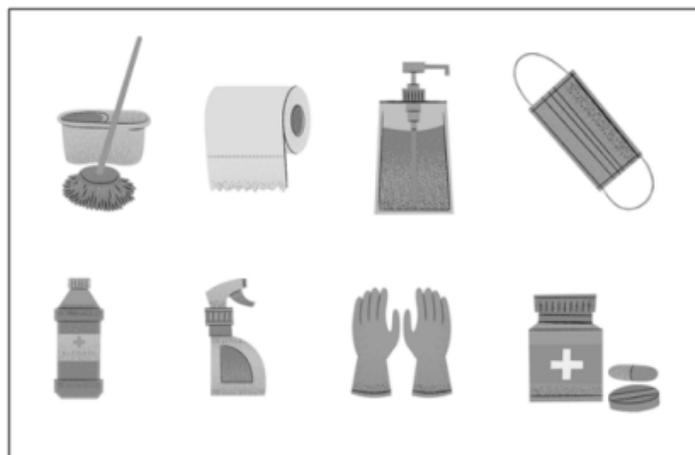


Gambar 4.1: Siklus Penularan Bakteri (BC Cook Articulation Committee, 2015; Dengan Modifikasi)

Pekerja/Karyawan

Pemberlakuan tata tertib terkait kondisi pekerja pada industri pangan merupakan faktor krusial dalam menjaga kualitas dan mutu olahan yang dihasilkan. Beberapa tahapan dalam pengolahan pangan tentunya memerlukan peranan dari pekerja sehingga tidak jarang kontak langsung antara bahan pangan dengan bagian tubuh pekerja sering kali terjadi.

Pemberlakuan protokol yang ketat mulai dari jadwal kebersihan, penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti ikat rambut atau topi, kacamata, masker, sarung tangan, apron, hingga pemeriksaan kesehatan pekerja perlu dilakukan secara berkala (gambar 4.2).



Gambar 4.2: Ilustrasi Alat Penunjang Kebersihan dan Kesehatan Yang Perlu Dipahami Oleh Perseorangan Dan Manajemen Dalam Pengolahan Pangan

Pekerja yang diketahui mengidap penyakit (terutama penyakit-penyakit infeksi atau menular) tidak diperbolehkan masuk kerja untuk meminimalisir penularan antar pekerja ataupun kontaminasi pada olahan pangan.

Pekerja yang sakit tidak boleh menyentuh makanan atau peralatan dan peralatan yang digunakan untuk memproses, menyiapkan, dan menyajikan makanan karena makanan yang diolah oleh pekerja yang sakit dapat membawa beberapa penyakit (Abdul-Mutalib et al., 2012), seperti:

1. Penyakit pernapasan, misalnya pilek, sakit tenggorokan, radang paru-paru, demam berdarah, dan TBC.
2. Penyakit gastrointestinal, misalnya muntah, diare, disentri.
3. Demam tifoid.

4. Hepatitis menular.

Pekerja yang sakit akan membawa lebih banyak mikroorganisme yang dapat mencemari makanan. Gejala penyakit yang terlihat pada seseorang yang sakit merupakan reaksi pertahanan diri terhadap peningkatan jumlah mikroorganisme dalam tubuh, meskipun terkadang jumlah mikroorganisme dapat meningkat sebelum gejala muncul dan terlihat.

Siapa pun dengan infeksi sinus, sakit tenggorokan, batuk yang mengganggu, atau gejala pilek lainnya sangat mungkin untuk membawa virus dengan tingkat infeksi yang tinggi. Begitu juga orang yang mengalami diare atau sakit perut. Bahkan setelah gejala penyakit hilang, beberapa mikroorganisme yang menyebabkan penyakit dapat tetap berada di tubuh orang tersebut dan dapat mencemari makanan.

Misalnya, seorang pekerja dapat membawa Salmonella selama beberapa bulan setelah sembuh dari salmonellosis. Virus yang menyebabkan hepatitis dapat berada di saluran usus selama lima tahun setelah gejalanya berakhir. Tabel 4.2 menunjukkan bagian-bagian tubuh pekerja yang memerlukan perawatan kebersihan dalam menjaga sanitasi di bidang pangan (Marriott, 1997).

Tabel 4.2: Objek Sanitasi dan Higiene Pada Pekerja Pangan (Marriott, 1997)

Bagian Personal	Penyebab Kontaminasi	Risiko	Langkah Pencegahan
Kulit	Keringat, minyak, dan sel mati	Infeksi dan transfer bakteri penyebab penyakit kulit seperti <i>S. aureus</i> dan <i>S. epidermis</i>	Penerapan kebersihan diri mulai dari cuci tangan, mandi dan keramas, serta penggunaan APD sesuai fungsinya.
Jari dan Kuku	Kontaminasi silang dari permukaan benda kotor yang disentuh, bakteri dari kotoran kuku.	Keracunan makanan	Penggunaan <i>hand sanitizer</i> /alkohol 70%/cuci tangan dengan sabun, potong kuku secara rutin, sarung tangan.
Perhiasan	Gesekan pada kulit/udara/benda kotor selain bahan pangan	Kontaminasi atau jatuh ke dalam makanan	Pencegahan penggunaan perhiasan
Rambut	Kerontokan, ketombe	Kontaminasi atau jatuh ke dalam makanan	Menjaga kebersihan rambut dengan rutin mencuci kepala, penggunaan tutup kepala sekali pakai
Mata	Menggosok mata, infeksi mata	Kontaminasi tangan dan makanan	Penggunaan kacamata dan disiplin kesehatan
Mulut, Hidung,	Bersin, ludah, mucus,	Kontaminasi bakteri	Sikat gigi rutin, penggunaan

Bagian Personal	Penyebab Kontaminasi	Risiko	Langkah Pencegahan
tenggorokan, paru-paru	infeksi sinus, radang tenggorokan, TBC, influenza	dan virus stapilokokus, streptokokus, dipteroid, rinovirus	dan penggantian masker wajah perempat jam sekali, penerapan aturan ketat untuk pekerja sakit (contohnya, tidak diizinkan bekerja)

Keberadaan mikroorganisme pada bagian tubuh pekerja yang dapat menyebabkan kontaminasi pada tabel 4.1 juga dapat dipengaruhi oleh faktor internal seperti umur dan nutrisi. Perubahan umur memengaruhi kondisi fisik dan fisiologi seseorang yang berdampak pada perubahan kelimpahan mikroorganisme di tubuh.

Salah satu penyebabnya adalah penurunan sistem kekebalan tubuh. Begitu juga dengan asupan nutrisi. Semakin baik dan beragam kualitas nutrisi yang dikonsumsi maka metabolisme dapat terjaga dan tingkat kesehatan juga membaik. Dalam menjaga kualitas pekerjaan maka kondisi kesehatan pekerja di industri pangan juga menjadi salah satu faktor yang perlu untuk dikendalikan dengan baik, dimulai dari peningkatan kesadaran diri baik pada pekerja dan juga manajemen dari organisasi atau perusahaan itu sendiri.

Manajemen

Manajemen yang baik merupakan kunci dari penerapan program sanitasi dan higiene pangan. Banyak pekerja tidak terampil yang memilih untuk bekerja di industri pengolahan dan jasa pangan karena tidak diperlukannya pelatihan atau pendidikan formal khusus. Industri pangan sering mempekerjakan siswa sekolah menengah dan perguruan tinggi sehingga pergantian karyawan dapat terjadi dengan cepat, sedangkan proses pelatihan dan pendidikan mengenai sanitasi dan higienitas pangan membutuhkan waktu dan uang yang tidak sedikit.

Industri pangan membutuhkan kesadaran akan pentingnya budaya sanitasi dan higiene mencakup pemahaman dan pelaksanaannya di dalam organisasi itu sendiri. Pengembangan budaya dapat dimulai dari pengembangan program sanitasi dan higiene berupa implementasi aturan, pelatihan, supervisi, dan evaluasi di setiap divisi sehingga melahirkan kesadaran pada diri setiap pegawai.

Program pendidikan sendiri dapat dilakukan mandiri berdasarkan standar yang berlaku ataupun kursus singkat seperti workshop dan sertifikasi oleh asosiasi perdagangan, organisasi profesi, atau badan pengatur yang berwenang (Tobey, 1920; Marriott, 1997).

Fasilitas

Penanganan pangan yang higienis membutuhkan peralatan dan perlengkapan yang memadai. Pembangunan dan penyediaan peralatan yang digunakan untuk penanganan dan pemrosesan pangan harus dibangun sesuai dengan peraturan dari pemerintah, otoritas lokal, badan pengatur yang sesuai (seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) di Indonesia, atau *U.S. Food and Drug Administration* (FDA) di USA, dan standar-standar nasional atau internasional yang telah disepakati bersama (Djukic et al., 2016).

Salah satu prosedur manajemen yang ditujukan untuk memberikan aturan umum dalam pembuatan, penanganan, dan penyiapan berbagai jenis produk pangan di industri adalah *Good Manufacturing Practices* (GMP). Prinsip-prinsip GMP telah dikembangkan selama beberapa tahun dan sekarang dianggap sebagai dasar produksi makanan yang aman agar kualitas higienis dan sensoris terjaga. GMP ini juga mengatur standar terkait perencanaan, pembuatan, dan pembangunan fasilitas pada industri pangan.

Bangunan

Bangunan merujuk kepada ruangan khusus yang diperlukan untuk melindungi proses, peralatan, dan produksi pangan. Oleh karena itu, desain sanitasi dan konstruksi fasilitas pada industri pangan sangat penting untuk menjaga keberlangsungan operasi yang higienis. Desain sanitasi dimulai dari pemilihan lokasi yang bebas dari pencemaran lingkungan seperti polusi udara, hama, dan mikroorganisme patogen.

Lokasi yang dipilih juga harus memiliki drainase dan pengolahan limbah yang tepat untuk mengurangi kontaminasi dengan lingkungan yang diakibatkan oleh proses produksi. Desain dan bangunan yang tepat juga diperlukan untuk mencegah masuknya hama seperti permukaan bangunan yang halus dan kedap air.

Desain dan konstruksi bangunan sendiri diatur dalam *Good Manufacturing Practices* (GMP) yang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut (Roday, 2011):

1. Udara atau suasana sekitar harus bebas dari polutan seperti asap, debu dan asap.

2. Area di sekitar bangunan harus bersih, jauh dari tempat pembuangan sampah atau genangan air untuk mencegah perkembangbiakan tikus dan nyamuk.
3. Pasokan air minum atau air yang ditujukan untuk pengolahan harus memadai dan tersedia sepanjang waktu.
4. Ruangan yang cukup untuk penyimpanan dan peralatan.
5. Semua proses yang mungkin mencemari makanan dilakukan secara terpisah.
6. Menyediakan cahaya, ventilasi, dan kontrol hama.
7. Ruang kerja untuk pekerja harus cukup besar, higienis, dan nyaman.
8. Praktik kebersihan seperti pemeliharaan dan desinfeksi dilakukan secara rutin untuk melindungi makanan dari kontaminasi.

Peralatan

Semua peralatan yang digunakan dalam menangani pangan memiliki beberapa kriteria yang harus terpenuhi. Salah satunya adalah permukaan dari peralatan yang digunakan. Permukaan peralatan yang bersentuhan dengan makanan secara langsung harus memiliki permukaan yang halus, tidak berpori, lembam, dapat diperiksa langsung secara visual, dapat dibersihkan secara manual, terbuat dari bahan tidak beracun, tahan korosi, tahan terhadap penggunaan jangka panjang, dan dapat dibersihkan dengan senyawa pembersih atau bahan sanitasi.

Selain itu, peralatan harus mudah dibongkar untuk memudahkan tindakan pemeriksaan dan pembersihan manual. Bentuk peralatan juga dirancang untuk melindungi pangan dari kontaminasi eksternal seperti bentuk sudut dan tepi yang membulat untuk memudahkan proses pencucian peralatan sehingga sisa kotoran dan debu tidak sulit untuk dibersihkan.

Jika dibutuhkan peralatan yang bersentuhan langsung dengan pangan, dapat dibilas menggunakan air minum yang telah dipanaskan setelah proses pencucian agar menghindari kontaminasi dari air keran yang digunakan (Varzakas and Constantina, 2016).

Bab 5

Keracunan dan Kerusakan Makanan

5.1 Pendahuluan

Manusia memerlukan makanan sebagai sumber energi untuk beraktivitas sehari-hari. Makanan mengandung zat-zat gizi yang diperlukan oleh tubuh, selain itu makanan juga dapat menjadi tempat untuk berkembang biaknya mikroba. Mikroba atau kuman senang berkembang biak pada makanan yang mengandung kadar air dan protein yang tinggi. Berbagai mikroorganisme yang bersifat memperbaiki kandungan gizi, daya guna maupun daya simpan makanan, di samping menyebabkan rusaknya susunan fisik/kimia, juga menghasilkan racun/toksin.

Kontaminasi makanan, baik terkontaminasi oleh bahan-bahan berbahaya seperti fisik, biologi, dan kimia dapat berbahaya bagi kesehatan manusia. Penyakit yang terjadi akibat makanan yang terkontaminasi disebut dengan Penyakit Bawaan Makanan (PBM) yang menyebabkan keracunan bagi manusia. Gejala keracunan ini ditandai dengan pusing, mual, muntah, diare dan kejang perut yang dapat timbul segera setelah makan suatu makanan. Akibat dari keracunan ini keras tidaknya tergantung pada jumlah yang dimakan.

5.2 Keracunan Makanan

Keracunan makanan merupakan penyakit yang diakibatkan pengonsumsi makanan atau minuman yang memiliki kandungan bakteri, dan atau toksinnya, parasit, virus atau bahan-bahan kimia yang dapat menyebabkan gangguan di dalam fungsi normal tubuh.

Keracunan makanan adalah penyakit yang berlaku akibat memakan makanan yang tercemar. Makanan dikatakan tercemar jika ia mengandung sesuatu benda atau bahan yang tidak seharusnya berada di dalamnya. Keracunan makanan merupakan sejenis gastroenteritis yang disebabkan oleh makanan yang telah dicemari racun, biasanya bakteri. Bergantung kepada jenis racun, kekejangan abdomen, demam, muntah dan cirit-birit akan berlaku dalam waktu 3 hingga 24 jam.

Disebut keracunan makanan bila seseorang mengalami gangguan kesehatan setelah mengonsumsi makanan yang terkontaminasi bakteri atau racun yang dihasilkan oleh bakteri penyakit. Mikroorganisme ini dapat masuk ke dalam tubuh kita melalui makanan dengan perantaraan orang yang mengolah makanan atau memang berasal dari makanan itu sendiri akibat pengolahan yang kurang baik.

Seperti diketahui, bakteri sangat menyukai suasana lingkungan yang lembab dan bersuhu ruangan. Pada kondisi ini, pertumbuhan bakteri akan meningkat dengan pesat. Bila suhu ini ditingkatkan atau diturunkan maka perkembangan biakan bakteri pun akan berkurang atau terhenti.

Keracunan makanan adalah penyakit yang berlaku akibat memakan makanan yang tercemar. Makanan dikatakan tercemar jika ia mengandung sesuatu benda atau bahan yang tidak seharusnya berada di dalamnya. Keracunan makanan merupakan sejenis gastroenteritis yang disebabkan oleh makanan yang telah dicemari racun, biasanya bakteri. Bergantung kepada jenis racun, kekejangan abdomen, demam, muntah dan cirit-birit akan berlaku dalam waktu 3 hingga 24 jam.

Jika makanan telah dicemari bakteria, bakteri yang masuk akan menghasilkan racun yang disebut toksin. Toksin memberi respons langsung pada lapisan usus dan menyebabkan peradangan. Ada berbagai jenis bakteri yang menyebabkan keracunan makanan tetapi yang biasa didapati ialah *salmonella*, *shigella*, *staphylococcus* dan *E.coli* yang merupakan punca utama keracunan makanan di kalangan bayi, terutamanya bayi yang menyusui botol.

Jenis-Jenis kontaminasi pada makanan:

1. Mikrobiologis (misalnya bakteri virus dan kapang).
2. Kimia (misalnya racun-racun, seperti timbal (Pb), arsen (Ar), Insektisida, rodentisida).
3. Fisik (misalnya benda-benda, kadang-kadang disebut kontaminasi "kasar" seperti logam, perhiasan, sekrup).
4. Alamiah (misalnya jamur, sebagian kerang, kentang "hijau").

5.2.1 Jenis Pencemaran Makanan

Keracunan Makanan Kaleng

Proses pengalengan yang kurang sempurna dapat merangsang timbulnya bakteri *Clostridium botulinum*. Bakteri ini senang tumbuh di tempat tanpa udara, dan akan mengeluarkan racun yang bisa merusak saraf jika sampai tertelan.

Gejala keracunan bakteri ini disebut botulisme. Gejala botulisme biasanya akan timbul mendadak, 16-18 jam sesudah menelan makanan yang mengandung racun tersebut. Gejala biasanya diawali dengan kelelahan dan tubuh terasa lemah. Kemudian diikuti adanya gangguan penglihatan. Gangguan penglihatan ini bisa berupa penglihatan ganda (diplopia), Penglihatan kabur, kelumpuhan otot-otot dan kelopak mata, kehilangan daya akomodasi lensa mata, dan refleks pupil mata terhadap cahaya berkurang atau hilang sama sekali. Gejala berikutnya bisa berupa kesulitan bicara, sulit menelan dan muntah yang keluar melalui hidung

Agar tidak keracunan makanan kaleng, kita sebagai konsumen harus teliti dalam memilih makanan kaleng. Sebaiknya pilihlah makanan yang sudah mendapat registrasi dari Departemen Kesehatan RI. Juga, masak atau panasi dahulu makanan dalam kaleng sebelum dikonsumsi. Jangan dimakan bila terdapat bahan makanan yang rusak atau membusuk.

Tercemar Zat Kimia

Terdapatnya bahan kimia beracun dalam makanan. Keracunan tersebut dapat berasal dari bahan kimia pertanian, yang sengaja dipergunakan untuk kegiatan produksi. Misalnya: pestisida, timah, merkuri, dan kadmium. Makanan bisa tanpa sengaja tercemar oleh racun kimia di sepanjang jalur produksi.

Bagaimana itu terjadi, dan apa yang bisa dilakukan untuk pencegahannya, meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Sisa penyemprotan bahan kimia atau obat anti hama maka jadikan kebiasaan baik mencuci semua buah-buahan dan sayur-sayuran sebelum dikonsumsi.
2. Bahan tambahan dalam makanan
Golongan orang, terutama penderita asma sangat peka terhadap tambahan-tambahan yang dipakai dalam pengolahan dan/atau pembuatan makanan. Di antara tambahan yang memicu reaksi alergi adalah MSG (monosodium glutamate), tartrazine (pewarna kuning untuk makanan) serta belerang yang dipakai untuk memperlambat oksidasi (misalnya pemutih kentang atau sayuran dan juga yang dipakai dalam pengawetan buah-buahan yang dikeringkan).
3. Tempat penyimpanan makanan
Keracunan seng timbul apabila makanan yang berkadar asam dibiarkan terlalu lama di dalam kaleng berlapis seng. Juga jangan menyimpan makanan di dalam tempat-tempat terbuat dari tembaga.

Keracunan Makanan Secara Biologi

Ada beberapa jenis bahan makanan, baik dari hewan maupun tumbuhan sudah mengandung zat beracun secara alamiah. tumbuhan yang sering menyebabkan keracunan adalah jamur, singkong dan berbagai macam tanaman dan hewan yang mengandung toksin-toksin alami yang bisa menimbulkan keracunan jika dimakan.

1. Jamur
Tanaman jamur yang mengandung *mycotoxin* tampak dari luarnya mirip sekali dengan jenis-jenis yang tidak mengandung toksin dan beracun, jika dimakan mentah ataupun dimasak. Maka penting sekali agar membeli jamur hanya dari sumber yang dapat diandalkan.
2. Kentang hijau
Ini mengandung *solanin* yang bisa menimbulkan sakit atau kematian jika dimakan dalam jumlah besar. Kentang yang hijau harus senantiasa dibuang.

3. Hidangan hasil laut

Beberapa bahan makanan hasil laut mengandung racun atau logam-logam berat. Termasuk dalam ini tiram, kerang dan golongan ikan. Maka penting sekali bahwa penyediaan bahan makanan hasil laut akan diperoleh dari sumber-sumber yang terpercaya.

Keracunan Makanan Karena Mikroorganisme

1. Seseorang yang mengelola makanan tidak menjaga kebersihan ketika atau pada saat mengolah makanan sehingga makanan terkontaminasi.
2. Lingkungan tempat mengolah makanan terdapat debu dan peralatan yang digunakan kotor atau tidak dibersihkan sebelum mengolah makanan.
3. Bahan makanan yang mengandung bakteri penyebab keracunan dapat terjadi karena kegagalan pengelola makanan selama persiapan.

Terkait dengan penyakit dan keracunan ini, peranan makanan sebagai perantara penyebaran penyakit dan keracunan makanan, antara lain makanan dapat berperan sebagai agent (penyebab), vehichel (pembawa) dan sebagai media:

1. Sebagai Agent

Pada kasus ini dapat kita ambil contoh tumbuhan maupun binatang yang secara alamiah telah mengandung zat beracun. Agen penyakit infeksi banyak berasal dari binatang dan menularkan kepada manusia lewat makanan, tetapi penularannya masih bisa dengan cara yang lain.

2. Sebagai Vehicle

Makanan sebagai pembawa penyebab penyakit, seperti bahan kimia atau parasit yang ikut termakan bersama makanan dan juga mikroorganisme yang patogen serta bahan radioaktif. Makanan tersebut tercemar oleh zat-zat yang membahayakan kehidupan. Jadi dalam kategori ini makanan tersebut semula tidak mengandung zat-zat yang membahayakan tubuh, tetapi karena satu dan lain hal akhirnya mengandung zat yang membahayakan kesehatan.

3. Sebagai Media

Kontaminan yang jumlahnya kecil jika dibiarkan berada dalam makanan dengan suhu dan waktu yang cukup, maka akan tumbuh dan berkembang sehingga menjadi banyak dan dapat menyebabkan wabah yang serius. Penjamah makanan yang menderita sakit atau karier menularkan penyakit yang dideritanya melalui saluran pernapasan, sewaktu batuk atau bersin dan melalui saluran pencernaan, biasanya kuman penyakit mencemari makanan karena terjadi kontak atau bersentuhan dengan tangan yang mengandung kuman penyakit.

Sedangkan penularan penyakit melalui makanan (food borne disease) dapat digolongkan menjadi *food infection* dan *food poisoning*.

4. Food Infection

Food infection adalah masuknya mikroorganisme dalam makanan, berkembang biak sangat banyak dan dimakan orang di mana mikroorganisme tersebut menyebabkan sakit. Jenis-jenis mikroorganisme yang paling sering *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*. Bakteri patogen yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan merupakan penyebab penyakit. Bakteri patogen penyebab penyakit, mempunyai masa inkubasi dan gejala tergantung pada patogenitasnya.

5. Food Poisoning

Food poisoning adalah bahan makanan yang memang mengandung bahan racun alami maupun makanan diberi zat-zat racun yang mempunyai tujuan komersial maupun nilai-nilai ekonomis, dapat juga disebabkan oleh makanan yang sudah tercemar oleh mikroorganisme menghasilkan racun contoh bakteri *Staphylococcus*.

Ada beberapa racun yang dihasilkan adalah *eksotoksin* dan *endotoksin*. *Eksotoksin* yaitu toksin yang disintesis di dalam sel mikroba, kemudian dikeluarkan ke substrat di sekelilingnya. *Endotoksin* yaitu toksin yang disintesis di dalam sel bakteri dan baru bersifat toksik bila sel mengalami lisis. *Eksotoksin* yang dihasilkan oleh bakteri biasanya bekerja secara spesifik terhadap tenunan-tenunan atau sel-sel tertentu.

Misalnya sel-sel saraf, otot, sel-sel pada saluran pencernaan, dan sebagainya. Beberapa *eksotoksin* yang dihasilkan oleh bakteri seperti racun *botulinum* yang bersifat *neurotoksin* (menyerang sel-sel saraf sehingga menyebabkan kelumpuhan), racun *stafilokokus* dan racun *perfringens* yang disebut enterotoksin karena menyerang sel-sel usus dan dapat menyebabkan diare. Endotoksin lebih bersifat tahan terhadap panas dibandingkan dengan *eksotoksin*.

5.2.2 Pencegahan dan Penanggulangan Keracunan

1. Pencegahan keracunan makanan

Ada 6 langkah dalam mencegah keracunan makanan di antaranya:

- a. pemilihan bahan makanan;
- b. penyimpanan makanan mentah;
- c. penyimpanan bahan makanan;
- d. penyimpanan makanan jadi;
- e. pengangkutan;
- f. penyajian makanan kaya serat, terlalu banyak gula, pedas, minuman kafein dan soda.

2. Penanggulangan keracunan makanan

Penanggulangan untuk kejadian keracunan makanan adalah dengan cara mengganti cairan tubuh yang keluar (karena muntah atau diare) baik dengan minuman ataupun cairan infus. Bila perlu, penderita dapat dirawat di rumah sakit. Hal ini tergantung dari beratnya dehidrasi yang dialami, respons terhadap terapi dan kemampuan untuk meminum cairan tanpa muntah.

Berikut adalah beberapa hal yang dilakukan untuk menangani kasus keracunan makanan:

1. Pemberian obat anti muntah atau diare.
2. Bila terjadi demam dapat diberikan obat penurun panas.
3. Antibiotika diberikan untuk kasus tertentu pada keracunan ini berguna untuk mempercepat proses penyembuhan.
4. Pada keracunan makanan karena jamur dan bahan kimia (pestisida) bisa dilakukan penanganan yang lebih cepat yaitu dengan pemberian

cairan infus. Untuk tindakan darurat bisa dilakukan dengan pemberian karbon aktif. Sebaiknya penderita langsung dibawa ke Rumah Sakit untuk mendapatkan perawatan yang tepat.

5.3 Kerusakan Makanan

Bahan pangan pada umumnya tidak dikonsumsi dalam bentuk seperti bahan mentahnya, tetapi sebagian besar diolah menjadi berbagai bentuk dan jenis pangan lain. Selain untuk menambah ragam pangan, pengolahan pangan juga bertujuan untuk memperpanjang masa simpan bahan pangan tersebut. Penanganan bahan pangan yang tidak benar dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup tinggi (Susiwi S. 2009. Kerusakan pangan .FPMIP. Universitas Pendidikan Indonesia).

Kecepatan kerusakan bahan pangan tanpa pengukuran yang lebih teliti dapat dilihat pada tabel 5.1. berikut ini:

Tabel 5.1: Umur Simpan Beberapa Bahan Pangan (Muchtadi, Tien R. dan Ayustaningwarno, F. 2010)

Macam Bahan Makanan	Umur Simpan (Hari) Pada 70 ^o f (21,11 ^o c)
Daging segar	1-2
Ikan segar	1-2
Unggas	1-2
Daging dan ikan kering, asin atau asap	360 atau lebih
Buah-buahan segar	1-7
Buah-buahan kering	360 atau lebih
Sayuran daun	1-2
Umbi-umbian	7-20
Biji-bijian kering	360 atau lebih

Tanda- Tanda Kerusakan Makanan

Suatu bahan rusak terjadi karena adanya penyimpanan yang melewati batas yang dapat diterima secara normal oleh panca indera atau parameter lainnya. Penyimpanan dari keadaan semula tersebut meliputi beberapa hal, di antaranya konsistensi, tekstur, memar, berlendir, berbau busuk, gosong, ketengikan penyimpangan pH, Reaksi Browning, penggembungan kaleng (terjadi gas), penyimpangan warna, penyimpangan cita rasa, penggumpalan/pengerasan pada tepung, lubang/bekas gigitan, candling (keretakan pada kulit telur)

Jenis-Jenis Kerusakan Makanan

Dilihat dari penyebabnya, terdiri dari beberapa:

1. Kerusakan mikrobiologis

Pada umumnya kerusakan mikrobiologis tidak hanya terjadi pada bahan mentah, tetapi juga pada bahan setengah jadi bahkan pada bahan hasil olahan. Kerusakan ini sangat merugikan dan memengaruhi bagi kesehatan karena racun yang diproduksi, penularan serta penularan kerusakan yang cepat. Bahan yang telah rusak oleh mikroba juga dapat menjadi sumber kontaminasi yang berbahaya bagi bahan lain yang masih sehat atau segar. Penyebab kerusakan mikrobiologis adalah bermacam-macam mikroba seperti kapang, khamir dan bakteri. Cara kerusakannya dengan menghidrolisis atau mendegradasi makromolekul yang menyusun bahan tersebut menjadi fraksi-fraksi yang lebih kecil.

2. Kerusakan mekanik

Kerusakan mekanis disebabkan adanya benturan-benturan mekanis. Kerusakan ini terjadi pada: benturan antar bahan, waktu panen dengan alat, selama pengangkutan (tertindih atau tertekan) maupun terjatuh, sehingga mengalami bentuk atau cacat berupa memar, tersobek atau terpotong.

3. Kerusakan fisik

Disebabkan karena perlakuan fisik, misalnya terjadi *case hardening* karena penyimpanan dalam gudang basah menyebabkan bahan seperti tepung kering dapat menyerap air sehingga terjadi pengerasan atau membatu. Dalam pendinginan terjadi kerusakan dingin (*chilling injuries*) atau kerusakan beku (*freezing injuries*) dan “freezer burn” pada bahan yang dibekukan.

4. Kerusakan biologi

Yang dimaksud dengan kerusakan biologis yaitu kerusakan yang disebabkan karena kerusakan fisiologis, serangga dan binatang pengerat (*rodentia*). Kerusakan fisiologis meliputi kerusakan yang disebabkan oleh reaksi-reaksi metabolisme dalam bahan atau oleh enzim-enzim yang terdapat di dalam bahan itu sendiri secara alami

sehingga terjadi autolisis dan berakhir dengan kerusakan serta pembusukan. Contohnya daging akan membusuk oleh proses autolisis, karena itu daging mudah rusak dan busuk bila disimpan pada suhu kamar. Keadaan serupa juga dialami pada beberapa buah-buahan.

5. Kerusakan kimia

Kerusakan kimia dapat terjadi karena beberapa hal, di antaranya: “coating” atau enamel, yaitu terjadinya noda hitam FeS pada makanan kaleng karena terjadinya reaksi lapisan dalam kaleng dengan H₂S yang diproduksi oleh makanan tersebut. Adanya perubahan pH menyebabkan suatu jenis pigmen mengalami perubahan warna, demikian pula protein akan mengalami denaturasi dan penggumpalan.

Faktor Penyebab Kerusakan Makanan

Kerusakan makanan dapat disebabkan faktor-faktor berikut:

1. Pertumbuhan dan aktivitas mikroba

Mikroba kerusakan makanan dapat ditemukan di tanah, air dan udara. Secara normal tidak ditemukan pada daging hewan atau daging buah. Tumbuhnya mikroba di dalam bahan pangan dapat mengubah komposisi bahan pangan, dengan cara: menghidrolisis pati dan selulosa menjadi fraksi yang lebih kecil; menyebabkan fermentasi gula; menghidrolisis lemak dan menyebabkan ketengikan; serta mencerna protein dan menghasilkan bau busuk dan amoniak.

Beberapa mikroba yang dapat membentuk lendir, gas, busa, warna, asam, toksin dan lainnya yaitu:

- a. Bakteri.
- b. Khamir.
- c. Kapang.

2. Aktivitas enzim-enzim di dalam bahan pangan

Enzim yang ada dalam bahan pangan dapat berasal dari mikroba atau memang sudah ada dalam bahan pangan tersebut secara normal. Enzim ini memungkinkan terjadinya reaksi kimia dengan lebih cepat,

dan dapat mengakibatkan bermacam macam perubahan pada komposisi bahan pangan. Pematangan dan pengumpulan yang berlebih dapat menyebabkan kebusukan. Keaktifan maksimum dari enzim antara pH 4 – 8 atau sekitar pH 6.

3. Serangga parasit dan tikus

Serangga merusak buah-buahan, sayuran, biji-bijian dan umbi-umbian. Gigitan serangga akan melukai permukaan bahan pangan sehingga menyebabkan kontaminasi oleh mikroba. Pada bahan pangan dengan kadar air rendah (biji-bijian, buah-buahan kering) dicegah secara fumigasi dengan zat-zat kimia: *metil bromida*, *etilen oksida*, *propilen oksida*. *Etilen oksida* dan *propilen oksida* tidak boleh digunakan pada bahan pangan dengan kadar air tinggi karena dapat membentuk racun.

4. Suhu (pemanasan dan pendinginan)

Pemanasan dan pendinginan yang tidak diawasi secara teliti dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan. Suhu pendingin sekitar 4,50C dapat mencegah atau memperlambat proses pembusukan. Pemanasan berlebih dapat menyebabkan denaturasi protein, pemecahan emulsi, merusak vitamin, dan degradasi lemak/minyak. Pembekuan pada sayuran dan buah-buahan dapat menyebabkan “thawing” setelah dikeluarkan dari tempat pembekuan, sehingga mudah kontaminasi dengan mikroba. Pembekuan juga dapat menyebabkan denaturasi protein susu dan penggumpalan.

5. Kadar air

Kadar air pada permukaan bahan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi RH udara sekitar. Bila terjadi kondensasi udara pada permukaan bahan pangan akan dapat menjadi media yang baik bagi mikroba. Kondensasi tidak selalu berasal dari luar bahan. Di dalam pengepakan buah-buahan dan sayuran dapat menghasilkan air dari respirasi dan transpirasi, air ini dapat membantu pertumbuhan mikroba.

6. Udara (oksigen)

Udara dan oksigen selain dapat merusak vitamin terutama vitamin A dan C, warna bahan pangan, flavor dan kandungan lain, juga penting untuk pertumbuhan kapang. Umumnya kapang adalah aerobik, karena itu sering ditemukan tumbuh pada permukaan bahan pangan

7. Sinar waktu

Sinar dapat merusak beberapa vitamin terutama riboflavin, vitamin A, vitamin C, warna bahan pangan dan juga mengubah flavor susu karena terjadinya oksidasi lemak dan perubahan protein yang dikatalisis sinar. Bahan yang sensitif terhadap sinar dapat dilindungi dengan cara pengepakan menggunakan bahan yang tidak tembus sinar.

Pertumbuhan mikroba, keaktifan enzim, kerusakan oleh serangga, pengaruh pemanasan atau pendinginan, kadar air, oksigen dan sinar, semua dipengaruhi oleh waktu. Waktu yang lebih lama akan menyebabkan kerusakan yang lebih besar, kecuali yang terjadi pada keju, minuman anggur, wiski dan lainnya yang tidak rusak selama "ageing".

Pencegahan Kerusakan Makanan

1. Lindungi bahan pangan atau makanan dari cemaran mikroba, misalnya dengan cara melindungi (menutup) bahan pangan atau makanan dari serangan hama seperti lalat, kecoa, tikus dan binatang pembawa penyakit lainnya. Memilih bahan pangan yang bermutu baik adalah suatu cara yang paling utama dalam menghindari bahaya biologis.
2. Lindungi bahan pangan dari cemaran kimia, misalnya dengan mengolah pangan di tempat yang jauh dari sumber pencemaran seperti tempat penyimpanan pupuk, insektisida, oli dan sebagainya. Menggunakan bahan pangan yang bersih bebas pestisida adalah cara lainnya untuk menghindari dari bahaya kimia.
3. Gunakan hanya bahan yang sudah bersih dari kerikil, dan/atau cemaran fisik lainnya. Sortasi dan mencuci adalah tahap-tahap pengolahan yang baik untuk menghindari bahaya fisik.
4. Pada umumnya menyimpan semua buah dan sayuran di dalam kulkas. Padahal buah dan sayuran tertentu justru rusak jika disimpan di dalam temperatur dingin. Contohnya labu, tomat dan jeruk.

Bab 6

Mikroorganisme Penyebab Keracunan Makanan

6.1 Pendahuluan

Keracunan makanan dapat disebabkan oleh keberadaan mikroorganisme patogen dalam bahan makanan. Mikroorganisme dapat berasal dari proses pengolahan maupun lingkungan sekitar tempat pengolahan. Kedua hal tersebut dapat dijadikan landasan dalam menentukan keamanan makanan. Selain itu, diperlukan pengawasan oleh lembaga terkait dalam proses pengolahan makanan, seperti pada makanan siap saji.

Keamanan pada proses pengolahan makanan siap saji sangat penting untuk diperhatikan, mengingat proses pengolahan pada makanan tersebut cukup singkat. Singkatnya proses pengolahan harus diimbangi dengan upaya pengontrolan yang ketat, dimulai dari bahan baku hingga hasil akhir proses pengolahan untuk mengurangi risiko kontaminasi makanan yang dapat berdampak pada keracunan makanan.

Makanan siap saji berbahan protein hewani, seperti daging dan sejenisnya memiliki potensi kontaminasi mikroorganisme patogen yang lebih tinggi dari bahan non protein hewani.

Selain itu, penambahan rempah – rempah tertentu selama proses pengolahan dapat meningkatkan risiko kontaminasi. Kontaminasi makanan disebabkan pengolahan, penyimpanan dan lingkungan yang tidak higienis. Salah satu kelompok mikroorganisme yang sering ditemukan dalam makanan yang telah terkontaminasi adalah kelompok *Enterobacteriaceae*.

Mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan enterotoksin yang berdampak pada keracunan makan (Shaltout, dkk., 2016). Keracunan makanan terbagi menjadi 5 kategori. Keracunan makanan disebabkan oleh bakteri, virus, jamur, parasit dan racun alami. Infeksi yang paling umum terjadi adalah berasal dari bakteri, kemudian diikuti infeksi virus dan selanjutnya infeksi parasit (Watari dkk., 2021).

Kasus keracunan makanan memiliki potensi wabah pada suatu daerah jika tidak dikendalikan. Oleh sebab itu diperlukan upaya pengawasan dan pengendalian dari pihak terkait. Beberapa upaya pengendalian yang dapat dilakukan pada makanan siap saji adalah pengecekan bahan baku, pengecekan bahan lain yang terlibat dalam proses pengolahan makanan, pengecekan alat yang digunakan dalam proses pengolahan makanan, dan pengetahuan tenaga pengolah makanan tentang keamanan makanan.

Kegiatan penyuluhan yang dilanjutkan dengan praktik pengolahan makanan yang aman dan disertai dengan kegiatan pengontrolan dalam proses pengolahan makanan merupakan langkah awal pencegahan keracunan makanan.

6.2 Keracunan Makanan

Menurut Umadevi, dkk, (2013), keracunan makanan dapat disebabkan oleh tempat makan, pengetahuan pengolah makanan dan proses pengolahan makanan yang tidak tepat. Keracunan makanan dapat berasal dari olahan bahan makanan hewani seperti daging dan unggas.

Kemudian menurut Hedia (2014), bahan makanan seperti daging dan unggas lebih mudah terkontaminasi mikroorganisme patogen. Selama proses pengolahan, daging dan unggas dapat bersentuhan dengan mikroorganisme dari usus hewan yang sedang diproses atau air yang digunakan selama proses pengolahan.

Selain itu proses pengiriman bahan makanan hewani mentah secara langsung dapat bersentuhan dengan kotoran dari hewan maupun manusia dalam proses pengolahan makanan berpotensi terkontaminasi. Konsumsi makanan di tempat umum rawan terhadap kontaminasi makanan hal tersebut disebabkan makanan yang disiapkan orang lain tidak dapat dikontrol prosesnya.

Beberapa peralatan masak yang tidak dibersihkan dengan benar merupakan bagian dari penyebab kontaminasi makanan. Penyebab kontaminasi makanan yang lain dapat berasal dari produk susu yang telah habis masa simpannya namun masih disimpan di kulkas dalam waktu yang lama dapat menyebabkan kontaminasi pada bahan makanan yang lain.

Selanjutnya penyimpanan makanan mentah dan setengah matang dalam kulkas yang posisinya dijadikan dalam satu rak juga dapat menyebabkan kontaminasi makanan. Kemudian sumber air yang digunakan dalam pengolahan makanan berupa air sumur atau air sungai tanpa pengolahan lanjutan dapat menyebabkan kontaminasi makanan.

Keracunan makanan mengacu pada bahan kimia berbahaya dan mikroba pada makanan yang menyebabkan penyakit pada konsumen. Kontaminasi dapat berupa virus, bakteri prion, dan jamur. Agen penyebab kontaminasi dapat berasal dari bakteri yang menghasilkan racun pada makanan. Makanan tersebut dapat menyebabkan penyakit keracunan makanan. Beberapa infeksi yang disebabkan oleh bakteri dapat bersifat menular. Penularan melalui kontak dengan orang yang telah terinfeksi.

Kemudian pada mikroorganisme penghasil toksin, seperti *Clostridium botulinum* dapat menghasilkan toksin kembali karena ada toksin yang telah terbentuk sebelumnya. Toksin dapat terbentuk di membran mukosa dan kulit manusia (Ogori dkk., 2014). Toksin yang dihasilkan oleh mikroorganisme tergolong zat pencemar yang terdapat dalam lingkungan.

Zat pencemar tersebut dihasilkan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan virus. Zat tersebut dapat masuk ke dalam tubuh melalui penelanan, penghirupan, atau penyerapan. Efek dari zat tersebut bergantung pada jumlah dan lama waktu paparannya. Penyakit keracunan makanan bawaan dapat ditularkan melalui makanan yang terkontaminasi mikroorganisme patogen yang memiliki banyak faktor virulensi, sehingga mikroorganisme dapat menyebabkan infeksi (Hernández-Cortez, 2017).

Penyebab Keracunan Makanan

Keracunan makanan adalah kejadian konsumsi makanan yang mengandung bahan toksik atau racun. Bahan toksik tersebut dapat bersumber dari bahan kimia tertentu dan berbagai jenis bahan yang dihasilkan oleh mikroorganisme patogen. Beberapa faktor yang dapat meningkatkan potensi keracunan makanan, di antaranya: usia, budaya konsumsi makanan tertentu, sumber bahan makanan, faktor kebiasaan sebelum dan setelah makan, status pendidikan, latar belakang pekerjaan, dan kebiasaan dalam mencuci alat makan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Dewachefa Woreda (timur laut, Ethiopia), kelompok berdasarkan faktor usia lebih dari 44 tahun lebih rentan terhadap keracunan makanan, hal tersebut berkaitan dengan pola makan. Masyarakat pada kelompok usia tersebut memiliki kebiasaan makan daging mentah dan minum susu mentah. Selain itu, mereka belum memiliki kebiasaan cuci tangan sebelum dan setelah makan. Kemudian belum menggunakan sabun sebagai bahan pembersih untuk cuci tangan maupun peralatan makan.

Faktor – faktor tersebut dapat meningkatkan risiko keracunan makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen. Kebiasaan konsumsi daging mentah menyebabkan peningkatan risiko keracunan makanan sebesar 11 kali lipat. Hal tersebut disebabkan daging mentah merupakan salah satu media pertumbuhan mikroorganisme patogen. Seseorang yang memiliki kebiasaan minum susu mentah memiliki potensi keracunan makanan sebesar 5 kali lipat lebih banyak dari seseorang yang minum susu pasteurisasi.

Sedangkan seseorang dengan kebiasaan tidak mencuci tangan sebelum makan memiliki potensi keracunan makanan 13 kali lipat lebih banyak. Kemudian potensi air sumur lebih berisiko 11 kali lipat terhadap keracunan makanan daripada air pipa (Kassahun dan Wongiel, 2019). Air saluran irigasi pertanian juga memiliki potensi dalam kasus keracunan makanan. Sumber air yang terkontaminasi patogen digunakan dalam perawatan tanaman selama di lahan pertanian kemudian bersentuhan langsung dengan bagian tanaman yang dimakan maka hal ini dapat meningkatkan potensi kontaminasi makanan tersebut (Heliodoro and C, 2018).

Penelitian kasus keracunan makanan juga dilakukan di kawasan Asia tenggara, yaitu Thailand. Berdasarkan penelitian tersebut, kasus keracunan makanan bawaan tropis berasal dari makanan eceran. Pencemaran makanan pada

makanan eceran disebabkan oleh keberadaan bakteri patogen. Makanan seafood salad pedas merupakan penyebab tertinggi terjadinya keracunan makanan.

Berdasarkan hasil analisa, seafood yang digunakan kurang matang (Janekrongtham dkk., 2022). Kasus keracunan makanan juga telah terjadi di Indonesia. Penelitian tentang wabah keracunan makanan sepanjang tahun 2015–2016 telah dilakukan di 34 provinsi di Indonesia. Angka kejadian keracunan makanan meningkat hingga Dua kali lipat, dari 61 wabah, berkembang menjadi 135 wabah.

Kasus keracunan makanan tersebut disebabkan oleh mikroorganisme patogen penyebab kontaminasi bahan makanan. Penelitian serupa yang dilakukan di negara lain, juga menghasilkan kesimpulan yang tidak jauh berbeda. Kasus keracunan makanan di negara Maroko, Swiss dan Italia juga disebabkan oleh keberadaan mikroorganisme patogen dalam bahan makanan. Mikroorganisme tersebut dapat menyebabkan kontaminasi makanan saat proses pengolahan makanan.

Selain itu, sangat penting untuk melakukan pengontrolan makanan yang dimulai dari proses pengumpulan bahan baku hingga makanan siap dikonsumsi oleh konsumen (Nuraisyah, dkk., 2014). Untuk menurunkan angka kejadian kasus keracunan makanan di Indonesia, diperlukan penyelenggaraan keamanan pangan yang komprehensif mulai dari *pre market* hingga *post market* dengan melibatkan tiga pilar stakeholders, yaitu pemerintah daerah, konsumen dan pelaku usaha (Lestari, 2020).

Dampak Keracunan Makanan

Dampak keracunan makanan bagi tubuh meliputi gejala keracunan makanan dan kejadian setelah gejala keracunan makanan. Gejala dasar keracunan makanan adalah muntah, nyeri pada perut, diare, dan seterusnya. Tidak ada batasan waktu secara pasti gejala keracunan makanan dirasakan seseorang.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut, seperti jenis toksik atau patogen yang menyebabkan kontaminasi makanan, jumlah kontaminasi, dan mekanisme pertahanan tubuh orang tersebut. Gejala kemungkinan dapat terlihat dalam waktu satu jam setelah konsumsi makanan yang terkontaminasi, namun terkadang dapat terlihat setelah beberapa hari atau minggu. Gejala umum keracunan makanan meliputi sakit perut, mual, muntah, diare, demam, sakit kepala dan seterusnya.

Gejala tersebut tidak boleh diabaikan jika terjadi dalam waktu yang lebih lama. Jika muncul gejala keracunan makanan sebagai berikut maka disarankan untuk segera dikonsultasikan ke dokter. Gejala berikut meliputi dehidrasi dalam tubuh yang disebabkan oleh kekeringan mulut karena rendahnya cairan di dalam tubuh yang disertai dengan rendahnya cairan urine, memiliki masalah dalam berbicara dan penglihatan karena demam tinggi, diare berat yang berlangsung selama beberapa hari yang disertai adanya darah dalam urine (Kumar, 2020).

Beberapa kelompok memiliki risiko lebih besar terkena infeksi dan komplikasi akibat keracunan makanan. Yang pertama adalah kelompok ibu hamil memiliki risiko lebih tinggi, hal ini karena tubuhnya mengalami perubahan metabolisme selama kehamilan. Kemudian kelompok kedua adalah individu lanjut usia memiliki risiko yang lebih besar tertular keracunan makanan karena sistem kekebalan tubuhnya tidak dapat merespons secara cepat keberadaan mikroorganisme patogen (Logan, dkk., 2017).

Pencegahan Keracunan Makanan

Beberapa tindakan dapat dilakukan untuk pencegahan keracunan makanan. Konsumsi makanan setelah dimasak pada suhu minimal 70 °C. Pada suhu tersebut hingga suhu di atasnya, bakteri, parasit dan virus penyebab kontaminasi makanan dapat dicegah pertumbuhannya. Namun suhu untuk proses pengolahan bahan makanan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penurunan komponen tertentu pada bahan makanan. Komponen vitamin labil dalam suhu panas, namun vitamin dapat diperoleh melalui sayur dan buah segar. Konsumsi bahan makanan memiliki risiko keracunan makanan namun untuk mengurangi risiko hal tersebut dapat dilakukan pencucian bahan makanan dengan sumber air bersih dan mengalir.

Selain itu dapat juga mengukus makanan segar terlebih dahulu sebelum dikonsumsi. Kebiasaan mencuci tangan dengan sabun sebelum dan setelah makan juga dapat mencegah kontaminasi bahan makanan. Kebersihan sumber air dan air yang digunakan dalam proses pengolahan memiliki peran dalam pencegahan masuknya sumber kontaminasi ke bahan makanan. Bahan makanan yang bersumber dari hewani, seperti susu dan daging memiliki karakteristik yang berbeda dengan bahan makanan sumber nabati.

Perlakuan suhu yang tepat berdasarkan jenis bahan makanan memiliki peran dalam pencegahan kontaminasi mikroorganisme patogen pada bahan makanan. Pengaturan pola hidup sehat juga memiliki peran dalam pencegahan

keracunan makanan. Pola hidup sehat seperti menghindari antibiotik yang dapat membunuh mikroorganisme patogen namun memiliki risiko menurunkan aktivitas mikroorganisme baik dalam sistem pencernaan.

Konsumsi antibiotik dapat diganti dengan konsumsi minuman ringan untuk menjaga keseimbangan ion natrium dan kalium dalam tubuh. Jus buah dan air kelapa merupakan jenis minuman yang berfungsi dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh. Pada kasus dehidrasi berat dapat diberikan *saline cum glucose* untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh. Konsumsi minuman dengan kafein perlu dihindari untuk mencegah iritasi saluran pencernaan (Kumar, 2020).

Saluran pencernaan merupakan jalur kontak pertama dengan segala sesuatu yang terdapat di luar tubuh. Sehingga memiliki risiko kerusakan khusus yang dapat disebabkan oleh bahan toksik. Kemudian bahan makanan tertentu dapat menyebabkan peradangan pada saluran pencernaan (Bishehsari dkk., 2017).

6.3 Kelompok Mikroorganisme Patogen Penyebab Keracunan Makanan

Mikroorganisme patogen merupakan sumber kontaminasi dalam bahan makanan. Keberadaan mikroorganisme patogen dalam bahan makanan dapat berdampak pada keracunan makanan. Keracunan makanan merupakan jenis sindrom yang dapat bersifat menular. Bakteri merupakan mikroorganisme paling umum yang dapat menyebabkan timbulnya berbagai gejala akibat keracunan makanan. Mikroorganisme penyebab keracunan makanan memiliki karakteristik tersendiri. Sebagian mikroorganisme penyebab keracunan makanan dapat memproduksi toksin (Hedia, 2014).

Mikroorganisme penyebab keracunan makanan dapat berasal dari bakteri, virus, parasit dan racun yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Organisme penyebab infeksi dan toksinnya dapat mencemari bahan makanan selama proses pengolahan. Kontaminasi dalam proses pengolahan makanan juga dapat dialami di rumah jika pengolahan makanan tidak benar (Umadevi, dkk., 2013).

Mikroorganisme penyebab keracunan makanan terbagi menjadi Dua kategori, yaitu agen penyebab infeksi dan agen penghasil toksik. Agen penyebab infeksi

dapat berasal dari bakteri, virus, jamur dan parasit. Agen penghasil toksik dapat berasal dari jamur penghasil toksik, makanan eksotis yang tidak diolah dengan benar (seperti Barracuda yang dapat menghasilkan toksin ciguatera) dan pestisida yang berasal dari buah dan sayuran (Umadevi, dkk., 2013).

6.3.1 Mikroorganismen Patogen Penyebab Infeksi

Mikroorganismen penyebab infeksi dapat menginfeksi tubuh setelah memakan makanan yang mengandung agen penyebab infeksi. Agen penyebab infeksi dapat berupa bakteri, virus dan parasit. Patogen dari agen penyebab infeksi mencemari makanan dan lingkungan sekitar makanan ketika dalam keadaan terbuka. Patogen yang menyebabkan kontaminasi makanan dapat menyebabkan infeksi pada sistem pencernaan. Keracunan makanan dapat menyebabkan infeksi usus akut (Zabrodskii, 2020).

Kontaminasi makanan dapat berasal dari mikroorganismen kontaminasi yang terdapat dalam tanah. Bakteri tanah *Bacillus cereus* berperan dalam menyebabkan infeksi dan intoksikasi. Bakteri dapat menyebabkan muntah karena keracunan makanan dan diare karena adanya infeksi yang berasal dari *strain enteropatogenik* yang menyebabkan kontaminasi makanan. *Strain enteropatogenik* dapat menyebabkan infeksi toksik. Diare dapat disebabkan oleh produksi toksin dalam makanan yang terkontaminasi (Process dkk., 2020).

Beberapa mikroorganismen patogen penyebab infeksi yang paling umum adalah *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, dan *E. coli*. Kemudian infeksi *Listeria spp.* jarang terjadi namun infeksi akibat patogen tersebut lebih parah dengan fatalitas kecepatan kasus yang tinggi. Penyakit keracunan makanan juga dapat disebabkan oleh parasit *Taenia solium*, bakteri *Echinococcus sp.* dan virus seperti *Norovirus* yang dapat menyebabkan infeksi. Infeksi tersebut ditandai dengan diare, mual, muntah dan perut nyeri.

Sedangkan virus Hepatitis A dapat menyebabkan penyakit hati (WHO, 2021). *Salmonella spp.* dapat menginvasi inang tanpa menghasilkan toksin. Mikroorganismen tersebut menyebabkan kontaminasi makanan sumber protein hewani, seperti daging, telur dan susu. Adapun gejala infeksi berupa, diare, beberapa diare hingga berdarah, demam ringan, nyeri perut dan muntah pada 6–48 jam setelah terpapar.

Kondisi tersebut berlangsung hingga 7–12 hari. Selain itu, jenis parasit seperti *E. histolytica* dapat menginvasi mukosa dengan menyebabkan kontaminasi air

dan makanan. Sebanyak 90% asimtomatik, sebanyak 10% disentri dan sebagian kecil berkembang menjadi abses hati. Parasit *G. lamblia* dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan infeksi pada duodenum distal dan jejunum proksimal. Transmisi melalui fekal-oral ke manusia. Dampaknya berupa diare berdarah ringan disertai mual dan kram perut setelah 2 – 3 hari tertelan, dan dapat berlangsung hingga 1 pekan hingga menjadi kronis (Ogori, 2014).

6.3.2 Mikroorganisme Patogen Penyebab Intoksikasi

Menurut Hernández-cortez dkk., (2017), Toksin bakteri merupakan makromolekul berupa protein penyebab kerusakan toksik pada organ tubuh tertentu dari inang. Toksin terbagi Dua, yaitu endotoksin dan eksotoksin.

Endotoksin atau Lipopolisakarida (LPS)

Komponen membran luar bakteri gram negatif yang merupakan antigen bakteri. Antigen dilepaskan ke media setelah melalui proses, seperti lisis dan diferensiasi sel. Endotoksin dapat menyebabkan syok *endotoksik* dan kerusakan jaringan. LPS terbentuk pada Tiga wilayah.

Pertama, lipid A merupakan glikolipid yang terbentuk dari *glukosamin* yang berikatan dengan asam lemak. Asam lemak seperti asam *kaprat*, *laurat*, *miristat*, *palmitat*, *stearat* yang dimasukkan melalui membran luar sel bakteri. Kedua nukleus merupakan heteropolisakarida yang berasal dari heksosa dan heptosa. Lipid A dan nukleus terikat oleh asam gula 2-keto-3-deoxyoctanate (KDO). Ketiga, rantai O merupakan polimer unit berulang dari 1 – 8 residu glikosida. Polimer ini bervariasi antar spesies dan genus bakteri. Aktivitas LPS dapat dikaitkan dengan mekanisme perlekatan bakteri pada sel inang.

Eksotoksin

Komponen berupa makromolekul protein yang diproduksi kemudian dilepas sendiri ke media oleh mikroorganisme. Eksotoksin berdasarkan cara kerjanya, terbagi dalam Empat tipe. Toksin tipe 1 memiliki kemampuan dalam memodifikasi sel inang tanpa menyebabkan perubahan dalam sel.

Misalnya super antigen yang diproduksi oleh *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus piogen*. Super antigen dapat berinteraksi dengan banyak sel T yang dalam respons imun memiliki kemampuan respons non spesifik. Interaksi sel T dengan molekul antigen *presenting* dapat mengaktifasi *respon* imun yang berkaitan dengan reaksi inflamasi (Balaban dan Rasooly, 2000). Toksin tipe 2 berupa hemolisin dan fosforilase.

Kelompok ini dapat membentuk pori pada membran sel inang dan penghancuran membran sel inang. Faktor virulensi tersebut menyebabkan patogen dapat menyerang sel inang. Misalnya *aerolysin* dan protein GCAT (Glycine C - Acetyltransferase) yang dihasilkan oleh *Aeromonas spp.* Toksin tipe ke 3 dikenal sebagai A/B karena keberadaan struktur biner. Fraksi B berperan dalam mengikat reseptor sel kemudian fraksi A berperan dalam aktivitas enzimatis yang bergantung pada jenis toksin dan mekanisme kerjanya dapat merusak sel.

Misalnya, toksin *Shiga* yang diproduksi oleh *Escherichia coli* O157:H7, toksin *cholera* (Ctx) yang diproduksi oleh *Vibrio cholerae* dan toksin *Anthrax* *Bacillus anthracis*. Eksotoksin bakteri *enteropatogen* gram negatif berperan dalam patogenesis penyakit diare yang menyebabkan *hipersekreasi* cairan tanpa destruksi dan kematian sel mukosa usus. Racun tersebut secara umum disebut enterotoksin, berbeda dengan *sitotoksin*. Terdapat juga jenis toksin yang dapat mengubah *sitoskeleton* dan aktivitas *neurotoksik*, namun beberapa racun dapat menunjukkan aktivitas yang berhubungan dengan lebih dari satu kelompok.

Klasifikasi toksin enterik:

1. Enterotoksin

Toksin yang tidak menyebabkan lesi usus atau kerusakan sel non *eritrositik*. Aktivitas toksin melibatkan sekresi anion *elektrogenik*. Toksin dapat berdampak pada kerusakan absorpsi *NaCl* yang netral secara elektrik.

2. Toksin pengubah sitoskeleton

Dapat mengubah bentuk seluler yang disebabkan penyusunan kembali *F-aktin*. Toksin menyebabkan kerusakan sel terbatas tetapi tidak mematikan.

3. Sitotoksin

Toksin dapat menyebabkan kerusakan jaringan atau sel yang berdampak pada kematian sel.

4. Neurotoksin

Toksin dapat mempengaruhi pelepasan satu atau lebih neurotransmitter dari sistem saraf enterik, hal ini dapat mengubah aktivitas otot polos di usus. Pelepasan neurotransmitter dari terminal saraf dipengaruhi oleh aktivitas saluran natrium. Saluran natrium yang bergantung pada tegangan / *Voltage-Dependent Sodium*

Channels (VDSC) merupakan kelas saluran ion yang penting dalam sel dan dapat di eksitasi, yang memiliki fungsi dalam menghasilkan dan menghantarkan potensial aksi. Fungsi VDSC dapat dilemahkan oleh modulasi *neurotoksin* (Massensini, dkk., 2003).

Toksin yang dihasilkan oleh bakteri patogen terlibat dalam penyakit keracunan makanan. Adapun toksin dan mikroorganismenya sebagai berikut: toksin kolera (Ctx) (*Vibrio cholerae*), toksin termolabil (LT) dan toksin termostabil (ST) (*E.coli* enterogenik), toksin shiga (*Shigella dysenteriae* dan *E.coli* O157:H7), toksin botulinum (BTX) (*Clostridium botulinum*), enterotoksin CPE (*Clostridium perfringens*), toksin A/toksin B (*Clostridium difficile*), enterotoksin (A, B, C1, C2, D dan E, G, H, I, J), Toxic Shock Syndrome Toxin (TSST-1), Cereulide dan Hemolisin BL (HBL), enterotoksin non hemolitik (NHE) oleh bakteri *S.aureus*. Sitotoksin K atau CytK oleh bakteri *Bacillus cereus* (Hernández-cortez dkk., 2017).

Bab 7

Pengendalian Mikroorganisme Dalam Pengolahan Untuk Mencegah Kerusakan

7.1 Pendahuluan

Keberadaan mikroorganisme dalam makanan dibagi menjadi dua kategori yaitu menguntungkan dan merugikan. Mikroorganisme yang menguntungkan dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk fermentasi (tempe, kecap, oncom, yoghurt, dan lain-lain) dan juga produk metabolit (enzim, antibiotik, asam amino, dan lain-lain).

Sedangkan, mikroorganisme yang merugikan tidak diharapkan keberadaannya karena dapat membuat kerusakan pada makanan dan menjadi media perkembangbiakan mikroorganisme patogen yang dapat menimbulkan beberapa penyakit seperti disentri, kolera, tifus, dan lain-lain (Azara dan Agustini, 2020).

Kerusakan bahan pangan digolongkan menjadi tiga yaitu:

1. Makanan tidak mudah rusak (non perishable foods) merupakan makanan yang memiliki masa simpan relatif lama, seperti kacang-kacangan kering dan beras.
2. Makanan cenderung mudah rusak (semi perishable food) merupakan makanan yang memiliki masa simpan dengan jangka waktu tertentu, seperti umbi-umbian dan bawang
3. Makanan cepat rusak (perishable foods) merupakan makanan yang cepat rusak jika disimpan tanpa adanya pengendalian mikroba, seperti ikan, susu, daging, sayur, buah matang, dan lainnya.

Bahan pangan yang banyak kandungan air, maka akan semakin mudah mengalami kerusakan akibat dari aktivitas biologis internal maupun aktivitas mikroba perusak. Pengolahan bahan pangan dengan cara pengawetan bertujuan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme sehingga memperpanjang umur simpan (Muntikah dan Razak, 2017).

7.2 Mikroorganisme Penyebab Kerusakan Makanan

Kerusakan mikrobiologis dapat terjadi pada bahan mentah, bahan setengah jadi, maupun bahan pangan jadi. Selain itu, bahan pangan tercemar dapat menimbulkan kontaminasi silang terhadap bahan pangan yang masih segar. Pertumbuhan mikroba dalam bahan pangan dapat menimbulkan beberapa dampak seperti menghidrolisis pati dan selulosa menjadi lebih kecil sehingga mengubah komposisi bahan pangan, menyebabkan fermentasi gula, menghidrolisis lemak yang menghasilkan bau tengik, dan mencerna protein yang menyebabkan bau busuk.

Dampak yang ditimbulkan mikroba yaitu timbulnya gas, lendir, warna, busa, asam, toksin, dan lainnya (Susiwi, 2009). Mikroorganisme tersebut dapat berkembang biak pada makanan dan jika dikonsumsi dapat menyebabkan infeksi ataupun keracunan makanan pada manusia (Widyastuti dan Almira, 2019).

Mikroorganisme yang dijadikan standar cemaran mikroba menurut BPOM (2019) yaitu bakteri, kapang, dan khamir, dirincikan sebagai berikut:

Bakteri

Bahan pangan yang banyak mengandung protein seperti daging, susu, dan telur mudah dirusak oleh bakteri (Nurmawati, 1996). Bakteri merupakan organisme mikroskopis berukuran sangat kecil. Pencemaran makanan paling banyak disebabkan oleh bakteri dengan mengonsumsi makanan sebagai sumber energi. Pencemaran bakteri pada makanan dapat berasal dari makanan mentah, manusia, hewan, peralatan dan permukaan meja, serta alas makan (Jenie, 2014). Bakteri dapat tumbuh lebih cepat dari kapang dan khamir, sehingga kerusakan pangan lebih banyak disebabkan oleh bakteri (Indraswati, 2016).

Bakteri dapat berbentuk kokus (bulat), basil (batang), spirillum (spiral), kokobasil (bulat dan batang), dan vibrio (seperti koma) dengan ukuran 0,12 mikron sampai ratusan mikron. Sebagian bakteri dapat membentuk spora dalam keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan. Spora memiliki dinding luar untuk bertahan hidup.

Sedangkan, toksin adalah racun yang dikeluarkan oleh bakteri patogen dari hasil metabolisme, seperti *Pseudomonas cocovenenans* (penghasil asam bongkrek pada tempe bongkrek), *Clostridium botulinum* (penghasil racun botulinin pada makanan kaleng), dan *Leuconostoc mesenteroides* (penyebab makanan menjadi berlendir) (Rini dan Rochmah, 2020).



Gambar 7.1: Kerusakan Akibat Pertumbuhan Bakteri Pada Makanan Kaleng (Muntikah dan Razak, 2017)

Bacillus cereus salah satu kelompok bakteri berspora yang berpotensi mengontaminasi susu *B. cereus* menghasilkan dua macam toksin, yaitu emetik dan diare. Pasteurisasi dapat mengendalikan bakteri patogen, namun tidak bisa mematikan bakteri berspora sehingga kadaluwarsa susu terpasteurisasi hanya dapat bertahan kurang lebih satu minggu (Suwito, 2010).

Kapang

Bahan pangan yang mengandung pektin, pati, atau selulosa mudah dirusak oleh kapang (Nurmawati, 1996). Kapang memiliki ukuran yang lebih besar dan kompleks, contohnya *Rhizopus sp.*, *Aspergillus sp.*, dan *Penicillium sp.* Warna conidia atau spora kapang menimbulkan warna putih dan hitam pada tempe, hitam pada roti, serta warna merah jingga pada oncom (Susiwi, 2009).

Pada produk bakteri, kapang biasanya akan mati setelah proses pemanggangan. Namun, kontaminasi kapang dapat terjadi lagi setelah pemanggangan selesai yang berasal dari udara, peralatan masak, tangan pekerja, ataupun kontaminasi silang dari bahan baku yang masih mentah.

Beberapa kapang yang biasanya mengontaminasi produk bakteri meliputi *Eurotium glaucus spp.* seperti *E. Amstelodami*, *Penicillium spp.*, seperti *P. expansum*, *P. notatum*, dan *P. Viridicatum*, serta *Cladosporium spp* (Sitanggang, 2017).



Gambar 7.2: Akibat Pertumbuhan Kapang Pada Roti (Muntikah dan Razak, 2017)

Khamir

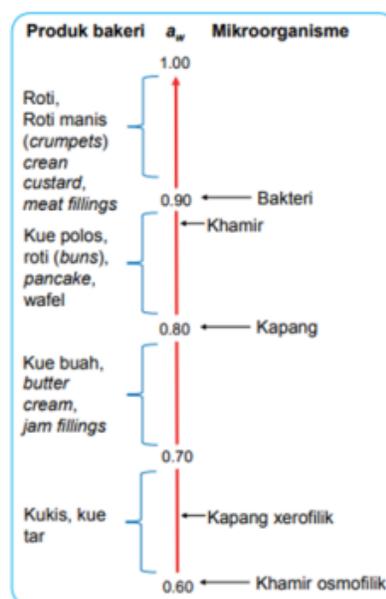
Bahan pangan yang banyak mengandung gula seperti apel, anggur, dan nanas mudah diserang oleh khamir (Nurmawati, 1996). Khamir mempunyai ukuran lebih kecil dari kapang yaitu 20 mikron atau lebih dan berbentuk bulat atau lonjong (Susiwi, 2009).

7.3 Faktor-faktor Memengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme

Pertumbuhan mikroba dapat dipengaruhi oleh air, suhu, pH, oksigen, dan waktu.

Air (Activity water/ A_w)

Water activity (A_w) adalah jumlah air yang terdapat pada pangan. Pangan dengan A_w berkisar 0,95-0,99 dapat ditumbuhi oleh semua jenis mikroba (Indraswati, 2016). Bakteri membutuhkan air lebih banyak dari pada kapang dan khamir sehingga bakteri membutuhkan A_w mendekati satu (kondisi konsentrasi gula dan garam yang rendah).



Gambar 7.3: Produk Bakteri Berdasarkan Aktivitas Air (Sitanggang, 2017)

Khamir membutuhkan Aw lebih rendah dari pada bakteri dengan kisaran sekitar 0,88–0,94. Sedangkan, kapang biasanya membutuhkan Aw lebih rendah dari pada bakteri dan khamir. Kapang dapat dicegah dengan menurunkan Aw hingga 0,62 (Susiwi, 2009).

Produk-produk bakteri memiliki aktivitas air (Aw) yang berbeda-beda (Gambar 7.1) sehingga mikroba yang merusak berasal dari jenis yang berbeda sesuai dengan kondisi Aw yang mendukung (Sitanggang, 2017).

Suhu

Faktor penting dalam pertumbuhan mikroorganisme yaitu suhu. Kondisi mikroorganisme dipengaruhi oleh suhu dalam dua cara yang berlawanan yaitu:

1. Jika suhu meningkat, kecepatan metabolisme naik dan pertumbuhan dipercepat. Sebaliknya jika suhu turun kecepatan metabolisme juga turun dan pertumbuhan terhambat.
2. Jika suhu meningkat atau turun, tingkat pertumbuhan mungkin berhenti, komponen sel menjadi tidak aktif dan sel-sel dapat mati (Widyastuti dan Almira, 2019).

Suhu tempat penyimpanan pangan memiliki pengaruh besar terhadap jenis mikroorganisme dan kecepatan pertumbuhannya. Kapang dan khamir dapat hidup dengan baik pada suhu kamar 25-30°C (Indraswati, 2016).

Sedangkan, Penggolongan bakteri berdasarkan suhu pertumbuhan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7.1: Penggolongan Bakteri Berdasarkan Suhu Pertumbuhan (Widyastuti dan Almira, 2019)

Kelompok	Suhu Minimum	Suhu Optimum	Suhu Maksimum
Psikrofil	-5 - 5 °C	12-15°C	15-20°C
Psikrotrof	-5 - 5 °C	25 - 30°C	30-35°C
Mesofil	5 - 15 °C	30-40°C	40-47°C
Thermofil	40 - 45 °C	55-75°C	60-90°C
Thermotrof	15°C	42-46°C	50°C

Bakteri patogen memiliki kondisi lingkungan yang mendukung pada suhu tubuh (± 37 °C), biasanya kelompok *mesofil*. Sedangkan bakteri kelompok *psikrofil* dapat merusak makanan yang disimpan dalam *refrigerator*. Bakteri tidak akan tumbuh dalam kondisi suhu lingkungan di bawah suhu normal pertumbuhan bakteri, tetapi jika kemudian suhu meningkat sampai suhu

normal maka bakteri dapat tumbuh kembali. Bakteri dapat mati apabila dipanaskan di atas suhu optimum bakteri dalam waktu yang relatif lama (Widyastuti dan Almira, 2019).

Derajat Keasaman (pH)

Bahan pangan memiliki keasaman (pH) berkisar 3,0-8,0 dengan penggolongan sebagai berikut:

1. Makanan asam rendah memiliki pH di atas 5,3; misalnya daging, susu, ikan, jagung.
2. Makanan asam sedang memiliki pH 4,5-5,3; misalnya bayam dan waluh kuning.
3. Makanan asam memiliki pH 3,7-4,5; misalnya tomat, nanas, dan pir.
4. Makanan asam tinggi memiliki pH di bawah 3,7; misalnya acar dan sayur asin.

Jenis mikroorganisme yang tumbuh dipengaruhi oleh nilai pH. Bakteri tumbuh optimum pada pH 6,5-7,5; kapang tumbuh optimum pada pH 5-7; dan khamir tumbuh optimum pada pH 3,0-6,0. Berdasarkan kondisi tersebut, kerusakan makanan yang memiliki pH tinggi seperti buah-buahan disebabkan oleh khamir dan kapang sedangkan makanan yang memiliki pH sekitar 7,0 seperti daging dan hasil laut disebabkan oleh bakteri (Indraswati, 2016).

Potensial Redoks (Ketersediaan Oksigen)

Potensial redoks (tingkat oksidasi) merupakan jumlah ketersediaan oksigen dalam makanan. Makanan yang memiliki ketersediaan oksigen yang tinggi maka potensial redoksnya juga semakin tinggi.

Mikroorganisme dapat dikelompokkan berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen, meliputi:

1. Aerob obligat merupakan mikroorganisme yang membutuhkan persediaan oksigen yang banyak dalam mendukung pertumbuhannya (tidak bisa hidup tanpa oksigen).
2. Aerob fakultatif merupakan mikroorganisme yang membutuhkan oksigen yang cukup, namun dapat hidup dalam kondisi anaerob.

3. Anaerob obligat merupakan mikroorganisme yang tidak membutuhkan oksigen dalam mendukung pertumbuhannya (hanya bisa hidup tanpa oksigen).
4. Anaerob fakultatif merupakan mikroorganisme yang dapat hidup dengan baik tanpa adanya oksigen, namun dapat hidup secara aerob.

Bahan pangan yang banyak mengandung oksigen, biasanya terletak di atas permukaan bahan pangan, akan ditumbuhi oleh mikroorganisme aerob, seperti bakteri aerob (*Salmonella*, *Shigella*, dan *Pseudomonas*), kapang, dan khamir. Sedangkan pada bagian bawah permukaan bahan pangan yang mengandung asam askorbat biasanya akan ditumbuhi oleh mikroorganisme anaerob atau anaerob fakultatif seperti *Clostridium* dan *Enterobacteriaceae* (Indraswati, 2016).

Secara spesifik, beberapa jenis bakteri berdasarkan kebutuhan oksigen yaitu *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, dan *Nitrobacter* (bakteri aerobik), *Bacteroides fragilis*, *Clostridium tetani*, *Prevotella melaninogenica* dan *Peptostreptococcus* (bakteri anaerobik obligat), dan *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Aerobacter aerogenes*, dan *E.coli* (bakteri fakultatif) (Widyastuti dan Almira, 2019).

Waktu

Bakteri, kapang, dan khamir memiliki karakteristik pertumbuhannya masing-masing. Pertumbuhan bakteri lebih cepat dari pada kapang dan khamir dalam kondisi yang optimum. Bakteri memiliki struktur sel yang lebih sederhana dibandingkan dengan kapang dan khamir sehingga bakteri memiliki waktu pertumbuhan yang lebih cepat (Efendi dan Yempita, 2013).

Bakteri berkembang biak setiap 20-30 menit, sehingga satu bakteri akan dapat berkembang menjadi satu miliar dalam waktu 12 jam (Widyastuti dan Almira, 2019).

7.4 Pengendalian Pertumbuhan Mikroorganisme

Pengendalian pertumbuhan mikroorganisme perlu dilakukan untuk mencegah kerusakan bahan pangan. Upaya untuk mempertahankan sifat fisik dan kimia bahan pangan ini disebut juga dengan preservasi atau pengawetan bahan pangan. Tujuan dari pengawetan bahan pangan yaitu memperpanjang umur simpan, menghambat atau membunuh mikroba perusak, dan menghilangkan atau memisahkan mikroba dari bahan pangan (Azara dan Agustini, 2020).

Beberapa metode pengendalian mikroba yaitu pengurangan aktivitas air, peningkatan suhu, penurunan suhu, pengaturan pH, iradiasi, dan bahan kimia.

7.4.1 Pengurangan Aktivitas Air (Pengeringan)

Setiap jenis mikroba memiliki nilai Aktivitas air (A_w) yang berbeda-beda, A_w bakteri berada pada 0,95-0,99, khamir 0,88–0,94, dan kapang 0,60 - 0,85. Oleh karena itu, untuk menghambat pertumbuhan mikroba pada bahan pangan perlu dilakukan penurunan A_w hingga di bawah 6,0 (Azara dan Agustini, 2020).

Metode penurunan A_w pada bahan pangan yang dapat dilakukan antara lain:

Pengeringan Alami

Pengeringan alami merupakan metode yang paling ekonomis karena memanfaatkan matahari untuk proses pengeringan. Metode ini biasa digunakan untuk ikan, daging, buah-buahan kering (kismis), biji-bijian kering, dan lainnya. Meskipun metode ini murah, tetapi terdapat beberapa kekurangan.



Gambar 7.4: Proses Penjemuran Ikan Asin (Azizmn, 2014)

Proses pengeringan memakan waktu yang relatif lama karena sangat tergantung pada cuaca. Selain itu, metode ini tetap mempunyai risiko ditumbuhi oleh bakteri, kapang, ataupun khamir (Azara dan Agustini, 2020).

Pengeringan Mekanik

Pengeringan mekanik merupakan pengeringan yang dapat dikendalikan, berlangsung selama beberapa detik hingga beberapa jam sesuai bahan pangan yang dikeringkan dan metode pengeringan mekanik yang digunakan. Bahan pangan yang biasa dikeringkan dengan metode ini meliputi dendeng daging, sayuran, buah-buahan, jus buah, susu, kopi dan teh. Metode pengeringan mekanik terdiri dari *tunnel drying* (melewatkan bahan pangan melalui terowongan yang dialiri udara panas), *roller drying* (mengeringkan cairan bahan pangan menjadi lapisan tipis pada permukaan roller drum yang diberikan panas dari dalam), dan *spray drying* (menyemprotkan cairan bahan pangan menjadi tetesan kecil, lalu tetesan tersebut menjadi kering karena bersentuhan dengan udara panas) (Azara dan Agustini, 2020).



Gambar 7.5: Mesin Pengeringan Mekanik (Azara dan Agustini, 2020)

Pengeringan Beku (Freeze Drying)

Pengeringan beku merupakan metode yang menghasilkan kualitas terbaik dan dapat digunakan untuk bahan pangan padat maupun cair. Namun, metode ini membutuhkan biaya yang mahal untuk pengoperasiannya. Cara kerja metode

ini meliputi bahan pangan dibekukan terlebih dahulu hingga mencapai suhu rendah. Kemudian bahan pangan ditempatkan pada vakum yang tinggi agar molekul air dihilangkan melalui proses penguapan (sublimasi) dan tanpa memengaruhi bentuk dan ukuran bahan pangan.

Metode ini sering digunakan untuk mengolah produk kering beku dari buah-buahan, sayuran, kopi, teh, jus buah, dan produk daging dan ikan, serta beberapa produk khusus lainnya (Azara dan Agustini, 2020).



Gambar 7.6: Mesin Pengeringan Beku (Kitchen Arena, 2020)

Pengeringan Busa

Metode pengeringan bertujuan untuk mengubah bahan pangan menjadi busa sehingga meningkatkan luas permukaan bahan pangan, lalu dikeringkan dengan udara hangat. Metode pengeringan ini menggunakan teknologi sederhana dengan menggunakan *tray dryer* melalui metode pengeringan busa (foam-mat drying). Pengeringan ini dilakukan dengan pemberian zat pembuih sehingga bahan pangan menjadi busa.

Busa terbentuk agar meningkatkan luas permukaan dan memberi struktur berpori di semua bagian sehingga memungkinkan penggunaan suhu yang lebih rendah dan mempercepat pengeringan (Hariyadi, 2019). Penghilangan sel mikroba dan spora melalui metode ini relatif cukup kecil, sehingga perlu didahului dengan metode lain seperti pengaturan A_w dan pH. Metode ini biasanya digunakan untuk bahan pangan berbentuk cairan seperti pure buah, putih telur, dan pasta tomat (Azara dan Agustini, 2020).



Gambar 7 7: Alat Tray Dryer Pada Metode Pengeringan Busa (Hariyadi, 2019)

Pengasapan

Proses pengasapan dapat menghilangkan air pada bahan pangan. Metode ini bisa membunuh mikroba akibat panas dan kandungan anti mikroba dari asap yang dihasilkan. Metode pengasapan biasanya digunakan pada produk daging dan ikan, misalnya sosis dan ikan asap (Azara dan Agustini, 2020).



Gambar 7.8: Proses Pengasapan Ikan (Azara dan Agustini, 2020)

7.4.2 Peningkatan Suhu

Mikroba maupun spora pada bahan pangan dapat dirusak dengan suhu tinggi selama beberapa jam. Perebusan bahan pangan merupakan pengawetan jangka pendek yang dapat menurunkan jumlah mikroorganisme. Bahan pangan yang

memiliki tingkat keasaman tinggi membutuhkan pemanasan dengan suhu di atas 100C (Indraswati, 2016).

Dari aspek mikrobiologis, pemanasan bertujuan untuk merusak sel vegetatif dan spora mikroba seperti bakteri, khamir, kapang, virus (termasuk bakteriofag); merusak toksin dari mikroba; dan menghilangkan mikroba pencemar untuk keberhasilan proses fermentasi. Pemanasan makanan jadi dapat dilakukan dengan suhu 60C untuk menghilangkan mikroba patogen dan pembusuk sehingga mencegah risiko keracunan (Azara dan Agustini, 2020).

Menurut Muntikah dan Razak (2017), beberapa metode pemanasan dengan peningkatan suhu yaitu blanching, pasteurisasi, dan sterilisasi.

Blanching

Blanching merupakan proses pemanasan dengan menggunakan uap panas atau merendam bahan pangan secara langsung pada $\pm 100C$ selama kurang dari 10 menit. Metode ini bertujuan untuk mengurangi jumlah mikroba dan menginaktifkan enzim yang sering dilakukan sebelum tahap selanjutnya (dikeringkan, dikalengkan, atau dibekukan). Suhu yang digunakan untuk melakukan *blanching* pada sayuran sebesar 82-93C dan pada ikan atau daging berkisar 100C selama 3-5 menit (Muntikah dan Razak, 2017).

Pasteurisasi

Pasteurisasi dapat membunuh sel vegetatif mikroba patogen, tetapi tidak dapat menghilangkan spora bakteri sehingga susu pasteurisasi hanya dapat bertahan selama kurang lebih seminggu dan membutuhkan metode pengawetan lainnya untuk memperpanjang masa simpan. Pasteurisasi tidak mengubah komposisi susu sehingga kandungan nutrisinya masih terjaga.

Pasteurisasi dilakukan dengan waktu dan suhu tertentu (Tabel 7.2), tetapi pasteurisasi biasanya dilakukan pada suhu 72C selama 15 detik (Jay (1996) dalam Suwito, 2010).

Tabel 7.2: Suhu dan Waktu pada Pasteurisasi Susu (Suwito, 2010)

Suhu (°C)	Waktu (Detik)
63	18
72	15
89	1
90	0,50
94	0,10
96	0,05
100	0,01

Sedangkan menurut Muntikah dan Razak (2017), metode pasteurisasi yang sering digunakan dibagi menjadi 4 yaitu:

1. High Temperature Short Time (HTST) merupakan pemanasan yang membutuhkan suhu 75°C selama 15 detik dan menggunakan alat *Heat Plate Exchanger*.
2. Low Temperature Long Time (LTLT) merupakan pemanasan yang membutuhkan suhu rendah \pm 60°C selama 30 menit.
3. Ultra High Temperature (UHT) merupakan pemanasan dengan tekanan yang membutuhkan suhu tinggi 130°C dalam waktu 0,5 detik saja.
4. Flash Pasteurization merupakan pemanasan yang membutuhkan suhu 65-95°C dalam waktu 2-3 detik.

Suhu dan waktu yang diperlukan dalam pemanasan pada beberapa bahan pangan lain sangat bervariasi. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7.3: Suhu dan Waktu Pada Bahan Pangan (Azara dan Agustini, 2020)

Produk	Suhu (°C)	Waktu
Es Krim	82,3	25 detik
	71,2	30 menit
Telur	60	3,5 menit
Susu	60-70	15 menit
	80-85	1 menit
Acar pH 3,7	74	15 menit
Cuka	65,6-71,1	1 menit
	60	30 menit
Daging	70	10 menit

Sterilisasi Komersial

Sterilisasi merupakan metode pemanasan yang umumnya dengan menggunakan suhu 121°C dalam waktu 15 menit. Sterilisasi bertujuan untuk mematikan mikroba beserta sporanya sehingga bahan pangan menjadi steril. Alat yang digunakan pada proses sterilisasi meliputi dandang atau kukusan, ketel sterilisasi, autoclave, dan pressure cooker.

Bahan pangan yang disterilisasi misalnya pangan olahan dalam kaleng seperti sarden, kornet, buah, dan lainnya. Bahan pangan yang disterilisasi memiliki masa simpan lebih dari 6 bulan pada suhu ruang (Muntikah dan Razak, 2017).

Pemanasan Dengan Microwave

Metode ini mengakibatkan pergerakan molekul air pada bahan pangan akibat dari gelombang panas yang berasal dari microwave. Suhu pada bahan pangan meningkat dengan cepat sehingga dapat merusak mikroba. Microwave juga dapat digunakan untuk mencairkan bahan pangan beku (thawing) dengan waktu yang dibutuhkan sesuai dengan ukuran bahan.

Bahan pangan beku harus dipanaskan secara merata agar tidak ada bagian yang masih dingin (cold spots). Bagian ini dapat menyebabkan timbulnya mikroba patogen (Azara dan Agustini, 2020).

7.4.3 Penurunan Suhu

Penurunan suhu pada bahan pangan bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan menghambat aktivitas enzimatis mikroba. Penyimpanan dengan suhu rendah dapat membunuh 90-100% mikroba patogen tetapi tidak dapat membunuh spora mikroba yang ada pada bahan pangan (Azara dan Agustini, 2020).

Cara pengawetan bahan pangan dengan suhu rendah secara umum ada dua cara yaitu pendinginan (cooling/refrigeration/chilling) dan pembekuan (freezing) (Muntikah dan Razak, 2017).

Namun, metode penurunan suhu dapat dirincikan sebagai berikut:

Cooling/Refrigeration

Pendinginan (cooling) sering dikaitkan dengan penggunaan lemari es dalam kehidupan sehari-hari. Suhu lemari es berkisar 1- 4°C. Bahan baku pertanian yang didinginkan dengan metode ini memiliki masa simpan sekitar 5 hari (Muntikah dan Razak, 2017).

Penyimpanan beberapa bahan baku lainnya dan bahan pangan siap saji di lemari es memiliki masa simpan sekitar 60 hari atau lebih. Bahan yang kurang bersih yang dicampurkan pada lemari pendingin menimbulkan pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk sehingga mengurangi keamanan bahan pangan selama penyimpanan (Azara dan Agustini, 2020).

Ice Chiling

Penurunan suhu dengan metode ini menggunakan es beku dengan suhu 0-1°C yang diletakkan di atas bahan pangan. Bahan pangan yang dapat digunakan

dengan metode ini meliputi makanan laut, ikan segar, daging, buah, salad sayuran, dan berbagai pangan siap saji. Kontaminasi silang dapat terjadi apabila terdapat bahan pangan dengan wadah terbuka dan suhu yang berfluktuasi yang dapat menimbulkan *foodborne disease* (Azara dan Agustini, 2020).

Metode ini dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan membunuh sebagian mikroba, tetapi tidak dapat mematikan spora mikroba (Indraswati, 2016).

Freezing

Pembekuan bahan pangan (*freezing*) dilakukan dengan penyimpanan pada suhu -20°C . Es kering (78°C) dan nitrogen cair (-196°C) juga dapat digunakan untuk metode pembekuan bahan pangan. Metode pembekuan digunakan untuk menyimpan bahan pangan seperti ikan, daging, dan makanan siap saji (Azara dan Agustini, 2020).

Masa simpan bahan pangan dengan menggunakan metode ini selama tiga bulan atau lebih. Metode pembekuan dapat membunuh mikroba tetapi spora tetap dapat bertahan hidup (Indraswati, 2016).

7.4.4 Pengaturan pH

Mikroorganisme dapat tumbuh pada bahan pangan dalam rentang pH tertentu. Jika pH bahan pangan dibuat lebih rendah melalui pengasaman maka pertumbuhan mikroba pembusuk dapat dihambat bahkan mati Muntikah dan Razak (2017).

Pengasaman bahan pangan diperoleh dengan tiga cara yaitu (Azara dan Agustini, 2020):

1. Didapat secara alami karena bahan pangan secara alami sudah memiliki zat asam seperti asam benzoat pada buah cranberry, asam sitrat pada buah jeruk.
2. Didapat melalui proses fermentasi yang menghasilkan asam asetat, asam laktat, dan asam propionat. Menurut Muntikah dan Razak (2017), selain berfungsi untuk mengawetkan, fermentasi juga dapat merubah tekstur dan rasa pada bahan pangan.
3. Didapat karena penambahan asam secara langsung, seperti asam sitrat, asam propionat, asam asetat, asam sorbet, asam laktat, asam benzoat, dan paraben. Menurut Muntikah dan Razak (2017), tomat

mengandung asam secara alami juga dapat dicampurkan pada bahan pangan lain untuk pengasaman. Sedangkan pembuatan acar biasanya ditambahkan oleh *vinegar* atau asam asetat (Indraswati, 2016).

7.4.5 Iradiasi

Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 3 Tahun 2018, iradiasi merupakan metode yang menggunakan zat radioaktif maupun eskalator untuk mencegah terjadinya kerusakan pada bahan pangan dari mikroba pembusuk dan patogen serta menghambat pertumbuhan tunas.

Sumber radiasi pada iradiasi pangan wajib berupa Iradiator Gamma dengan zat radioaktif ^{60}C atau ^{137}C ; mesin pembangkit sinar-X dengan energi $\leq 7,5$ MeV; dan mesin berkas elektron dengan energi ≤ 10 MeV. Jenis pangan yang dapat diiradiasi, tujuan, serta dosis serap harus sesuai yang tercantum pada Lampiran I peraturan ini.

7.4.6 Bahan Kimia

Bahan kimia dapat ditambahkan pada bahan pangan untuk mengawetkan makanan. Tujuan penggunaan bahan kimia yaitu untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Indraswati, 2016). Pembuatan sirop buah-buahan biasanya menggunakan bahan kimia seperti SO_2 , dan terkadang gliserol (Muntikah dan Razak, 2017).

Bab 8

Bahan Pembersih dan Bahan Saniter

8.1 Pendahuluan

Dalam suatu lingkungan, seperti lingkungan rumah, perkantoran, hotel, tempat pelayanan Kesehatan (Rumah sakit), tempat ibadah ataupun tempat umum, lainnya diperlukan tindakan rutin untuk menjaga kebersihan. Sebagai contoh, Kebersihan Rumah Sakit dalam perawatan kesehatan diperlukan suatu prosedur tindakan untuk kebersihan secara visual yang mencakup proses penghilangan debu, kotoran, pembuangan limbah dan kebersihan permukaan seperti permukaan lantai.

Kebersihan Rumah Sakit adalah ukuran kebersihan yang dipelihara secara rutin di area perawatan kesehatan. Proses pembersihan dalam lingkungan rumah sakit diperlukan bahan pembersih dan bahan desinfeksi, peningkatan frekuensi pembersihan; audit dan tindakan pengendalian infeksi lainnya di area perawatan (klien/pasien/residen (Ling et al., 2015)

Adanya kasus infeksi SARS-CoV-2 penyebab penyakit Coronavirus-19 (Covid-19) memperlihatkan berbagai tindakan dilakukan untuk mencegah penyebaran virus tersebut. Penyemprotan desinfektan, penggunaan *hand*

sanitizer di berbagai tempat meningkat seiring upaya pencegahan penyakit Covid-19.

Bahan kimia yang digunakan untuk membersihkan dan mensanitasi permukaan kontak seperti makanan harus mengikuti aturan pakainya. Kontak permukaan makanan seperti wastafel, meja, peralatan, termometer, troli harus secara berkala dicuci, dibilas dan dibersihkan sebelum digunakan, atau saat terjadi kontaminasi. (Ling et al., 2015).

Proses pembersihan dapat dilakukan dengan cara mencuci dengan detergen, bilas hingga bersih dari detergen lalu proses sanitasi dengan klorin atau air panas.

Pembersihan

Menghilangkan kontaminan dari permukaan sejauh yang diperlukan untuk diproses lebih lanjut atau untuk tujuan penggunaan. Dalam hal ini, kontaminan dapat mencakup: mikroorganisme serta benda asing lainnya (misalnya, darah, jaringan, debu, residu proses manufaktur, dll).

Permukaan dikatakan "bersih" apabila secara visual bebas dari tanah dan bahan lainnya dalam jumlah terukur (seperti sebagai protein atau komponen spesifik lainnya dari kontaminasi).

Dekontaminasi

Fisik dan/atau kimia berarti membuat permukaan atau barang aman untuk penanganan, penggunaan, atau pembuangan. Dekontaminasi dapat ke kimia dan biologi (termasuk mikrobiologis) penghapusan dan/atau menonaktifkan bahan-bahan tersebut. Istilah "biokontaminasi" sering kali digunakan untuk merujuk secara khusus pada penghilangan/ inaktivasi partikel seperti mikroorganisme ke tingkat yang dapat diterima.

Dekontaminasi permukaan umumnya kombinasi pembersihan (kontaminasi penghilangan) dan proses anti mikroba (desinfeksi atau sterilisasi). Deinfestation: Penghilangan atau penghancuran mikroorganisme (misalnya serangga) (McDonnell, 2017).

Detergen

Bahan aktif permukaan (atau surfaktan) yang dapat bekerja dengan mengemulsi minyak dan mengikat kotoran dalam bentuk suspensi; umumnya digunakan untuk membersihkan, di mana "detergen" dapat merujuk pada pembersihan produk yang mengandung surfaktan tertentu.

Disinfeksi (Desinfektan)

Proses untuk menghilangkan, menghancurkan, atau menonaktifkan mikroorganisme pada permukaan atau dalam cairan ke tingkat yang sebelumnya tertentu. Disinfeksi sering dianggap sebagai pengurangan angka dan jenis mikroorganisme yang hidup tetapi tidak dapat diasumsikan untuk membuat permukaan atau cairan bebas dari kontaminasi mikroba yang layak (dalam konteks sterilisasi).

Desinfeksi adalah proses desinfektan yang mungkin efektif terhadap berbagai jenis mikroorganisme, dengan pengecualian bakteri spora, yang dianggap jenis paling mikroorganisme yang resistan terhadap disinfeksi dan sterilisasi. Desinfektan kimia atau proses disinfeksi adalah dapat dibagi menjadi beberapa kategori yaitu: disinfeksi tingkat tinggi, menengah, dan tingkat rendah.

Desinfektan tingkat tinggi diharapkan efektif melawan semua mikroba patogen, dengan pengecualian jumlah spora bakteri. Produk-produk ini biasanya *sporicidal* lebih lama waktu paparan. Desinfektan tingkat menengah efektif melawan mikro bakteri, bakteri vegetatif, sebagian besar virus, dan jamur, tetapi tidak harus bakteri atau beberapa spora jamur.

Desinfektan tingkat rendah biasanya efektif melawan sebagian besar bakteri, beberapa virus, dan beberapa jamur, tetapi bukan mikro bakteri atau spora bakteri. Definisi lainnya dapat digunakan untuk menggambarkan spesifik jenis proses disinfeksi seperti: antiseptik, fumigasi, sanitasi, dan pasteurisasi.

Sanitasi

Penghapusan atau penonaktifan mikroorganisme yang mengancam kesehatan masyarakat (McDonnell, 2017). Biosida kimia digunakan karena kemampuannya untuk menghambat atau menonaktifkan mikroorganisme. Dalam bab ini, ini biosida diklasifikasikan menurut sifatnya jenis kimia, termasuk alkohol, aldehid, logam anti mikroba, dan halogen.

Bahan kimia pada proses pembersihan dan saniter, dapat berasal dari beberapa golongan senyawa. Biosida kimia digunakan karena kemampuannya untuk menghambat atau menonaktifkan mikroorganisme. Dalam bab ini, ini biosida diklasifikasikan menurut sifatnya jenis kimia, termasuk alkohol, aldehida, logam anti mikroba, dan halogen. Bahan kimia pada proses pembersihan dan saniter, dapat berasal dari beberapa golongan senyawa.

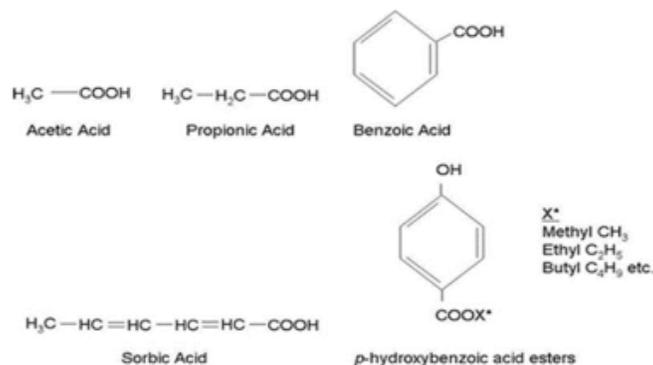
8.2 Golongan Bahan Pembersih dan Saniter

Bahan kimia pada proses pembersihan dan saniter, dapat berasal dari beberapa golongan senyawa. Pada Bab ini akan dibahas beberapa golongan senyawa yang

8.2.1 Asam dan Turunan

Asam didefinisikan sebagai zat atau senyawa yang terdisosiasi dalam air menghasilkan ion hidrogen (H^+) dan dengan menghasilkan <7 . Asam membentuk garam bila dicampur dengan basa. Macam-macam asam atau garam asam dapat digunakan sebagai pengawet dan, pada konsentrasi lebih rendah, sebagai desinfektan.

Sebagai contoh adalah asam asetat dan propionat, asam sorbat dan sitrat asam benzoat dan asam salisilat dan ester. Asam kuat seperti asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H_2SO_4) mudah terdisosiasi dalam larutan menghasilkan ion hidrogen. Asam benzoat biasanya yang digunakan adalah dalam garam (natrium benzoat).



Asam anti mikroba yang lebih banyak digunakan termasuk asam asetat, asam propionat, benzoat asam, asam sitrat, dan asam sorbat. Asetat asam digunakan secara langsung, asam propionat, karena sifatnya sifat korosif, umumnya digunakan sebagai natrium atau bentuk garam kalsium. Asam asetat digunakan sebagai pengawet makanan, misalnya, pada 1 hingga 8% dalam acar sayuran dan pada konsentrasi yang lebih rendah dalam produk seperti saus salad; cuka,

yang dapat mengandung 4 hingga 20% asetat asam dalam air, banyak digunakan dalam industri makanan (misalnya, sebagai larutan pengawet).

Konsentrasi asam sering digunakan dalam makanan yang dipanggang dan makanan lain dari 0,1 menjadi 0,5%. Asam benzoat digunakan sebagai pengawet dalam industri farmasi, makanan, dan lainnya dan juga sebagai antiseptik dalam kombinasi dengan biosida lainnya; itu menunjukkan kemanjuran yang lebih besar dalam pH (2,5 hingga 4,0) makanan seperti jus buah.

Asam maleat, sorbat, sitrat, dan klorida digunakan dalam kombinasi untuk antiseptik, desinfektan, dan/atau pengawet. Kombinasi asam sitrat dan asam klorida telah digambarkan sebagai desinfektan permukaan terhadap beberapa virus (misalnya, virus penyakit mulut dan kuku). Formulasi asam sitrat dengan konsentrasi dari 2,5 hingga 8% digunakan sebagai desinfektan spektrum luas. Asam bekerja di kombinasi dengan biosida tertentu, mungkin karena kemampuannya untuk meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri gram negatif.

8.2.2 Jenis Alkali (Basa)

Alkali/basa didefinisikan sebagai zat yang membentuk ion hidroksida (OH^-) dalam air dan akan memberikan nilai pH >7 . Metode desinfeksi menggunakan konsentrasi tinggi alkali kuat seperti NaOH (dikenal sebagai soda kaustik atau soda alkali) dan KOH (juga dikenal sebagai alkali), sementara konsentrasi yang lebih rendah dan alkali yang lebih lemah seperti natrium bikarbonat (soda kue) dan natrium *metasilikat* digunakan dalam berbagai aplikasi pembersihan. Biosida lain seperti *acridines* merupakan basa lemah.

NaOH	KOH	NaHCO_3
Sodium Hydroxide	Potassium Hydroxide	Sodium Bicarbonate
	Na_2SiO_3	
	Sodium Metasilicate	

Penggunaan:

Konsentrasi tinggi (0,5 hingga 2,0 N) NaOH dan KOH digunakan untuk pembersihan rutin dan desinfeksi berbagai permukaan manufaktur, termasuk pemurnian. Proses ini digunakan untuk membersihkan permukaan dan menonaktifkan/menghilangkan berbagai mikroorganisme, dalam khususnya, bakteri, virus, dan prion. Prion dianggap memiliki resistensi terhadap desinfeksi dan metode sterilisasi.

Permukaan yang terkontaminasi direkomendasikan untuk didekontaminasi dengan 1 sampai 2 N NaOH selama 1 jam untuk memastikan aktivitas *priocid*, meskipun konsentrasi dan kontak lebih rendah juga telah terbukti efektif untuk beberapa tujuan. Beberapa penelitian telah merekomendasikan NaOH 1 N dalam larutan mendidih untuk proses yang efektif terhadap prion. Formulasi pembersih alkali dapat mencakup: berbagai basa pada konsentrasi yang jauh lebih rendah, antara lain NaOH, KOH, natrium bikarbonat, dan natrium *metasilikat*.

Selain itu, mereka adalah efektif untuk menghilangkan protein dari permukaan dan dapat memecah protein menjadi peptida; beberapa formulasi ini juga telah ditunjukkan menjadi efektif terhadap *prion* dan beberapa yang virus, mungkin karena sinergisme antara konsentrasi alkali yang lebih rendah hadir dan efek formulasi lainnya (termasuk surfaktan, agen pengkelat, dan fosfat).

Alkali digunakan dalam pembuatan berbagai sabun dan detergen; sabun, misalnya, dibuat oleh mereaksikan alkali (khususnya NaOH) dengan asam lemak dari berbagai lemak dan minyak. alkali kondisi telah terbukti meningkatkan aktivitas berbagai biosida termasuk fenol dan *glutaraldehid* dan aktivitas *sporisidal* dari *hipoklorit*.

8.2.3 Aldehid

Alkali/basa didefinisikan sebagai zat yang membentuk ion hidroksida (OH⁻) dalam air dan akan memberikan nilai pH >7. Metode desinfeksi menggunakan konsentrasi tinggi alkali kuat seperti NaOH (dikenal sebagai soda kaustik atau soda alkali) dan KOH (juga dikenal sebagai alkali), sementara konsentrasi yang lebih rendah dan alkali yang lebih lemah seperti natrium bikarbonat (soda kue) dan natrium *metasilikat* digunakan dalam berbagai aplikasi pembersihan. Biosida lain seperti *acridines* merupakan basa lemah.

Penggunaan:

Konsentrasi tinggi (0,5 hingga 2,0 N) NaOH dan KOH digunakan untuk pembersihan rutin dan desinfeksi berbagai permukaan manufaktur, termasuk pemurnian. Proses ini digunakan untuk membersihkan permukaan dan menonaktifkan/menghilangkan berbagai mikroorganisme, dalam khususnya, bakteri, virus, dan prion. Prion dianggap memiliki resistensi terhadap desinfeksi dan metode sterilisasi.

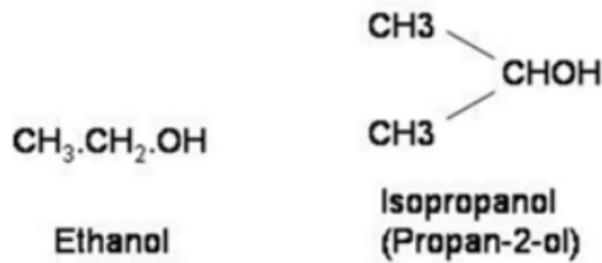
Permukaan yang terkontaminasi direkomendasikan untuk didekontaminasi dengan 1 sampai 2 N NaOH selama 1 jam untuk memastikan aktivitas priocid, meskipun konsentrasi dan kontak lebih rendah juga telah terbukti efektif untuk beberapa tujuan. Beberapa penelitian telah merekomendasikan NaOH 1 N dalam larutan mendidih untuk proses yang efektif terhadap prion. Formulasi pembersih alkali dapat mencakup: berbagai basa pada konsentrasi yang jauh lebih rendah, antara lain NaOH, KOH, natrium bikarbonat, dan natrium metasilikat.

Alkali digunakan dalam pembuatan berbagai sabun dan detergen; sabun, misalnya, dibuat oleh mereaksikan alkali (khususnya NaOH) dengan asam lemak dari berbagai lemak dan minyak. alkali kondisi telah terbukti meningkatkan aktivitas berbagai biosida termasuk fenol dan *glutaraldehid* dan aktivitas *sporoidal* dari *hipoklorit*; Spora bakteri lebih sensitif untuk inaktivasi secara panas dalam kondisi basa, mungkin karena destabilisasi struktur lapisan spora.

8.2.4 Alkohol

Alkohol adalah senyawa dengan satu atau lebih gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada karbon atom. Sebagai antiseptik dan desinfektan, alkohol yang paling banyak digunakan adalah *isopropanol* (isopropil alkohol, propan-2-ol, etanol ("alkohol"), dan *n-propanol* (propan-1-ol).

Secara kimia, ini dirantai lebih pendek alkohol, yang keduanya air dan larut dalam lemak. Alkohol sebenarnya kurang efektif dengan tidak adanya air, dan biasanya digunakan dalam konsentrasi alkohol dari 50 hingga 90%, optimal menjadi 60 hingga 80% (tergantung pada formulasi atau campuran dengan bahan kimia lainnya).



Beberapa alkohol juga digunakan sebagai pengawet pada konsentrasi rendah, khususnya, *fenoksietanol*, yang merupakan eter glikol dan secara komersial tersedia sebagai cairan kental berminyak. Formulasi *hand sanitizer* pada saat pandemi Covid-19 banyak menggunakan alkohol (etanol) sebagai bahan dalam formulasi *hand sanitizer*.

Alkohol digunakan untuk membersihkan, desinfeksi, dan antiseptik. Alkohol menjadi pilihan yang baik untuk membersihkan (khususnya, untuk lipid atau tanah yang larut dalam lemak), karena mudah menguap sehingga proses pengeringan lebih cepat; namun, tanah berbasis protein dan karbohidrat dapat mengental pada pengobatan dengan alkohol.

Alkohol telah digunakan sebagai antiseptik, digunakan pada luka utuh atau rusak (luka) kulit. Mereka biasanya digunakan untuk desinfeksi kulit di rumah sakit dan fasilitas lainnya, baik dengan aplikasi langsung dan dalam tisu yang mengandung alkohol. Konsentrasi yang direkomendasikan 70 hingga 80% alkohol.

Untuk memperlambat penguapan alkohol (misalnya, dalam gel antiseptik atau gosok tangan) dan dengan demikian meningkatkan waktu kontak pada kulit dan mencapai aktivitas anti mikroba yang lebih besar. Alkohol dapat dikombinasi dengan biosida lainnya, seperti: dalam formulasi desinfeksi-pembersihan dengan *Phenoxyethanol* terutama digunakan sebagai pengawet dalam berbagai produk termasuk kosmetik, dan obat-obatan (termasuk vaksin) di antara 0,1 dan 2%. Alkohol juga telah digunakan dalam antiseptik cuci tangan sebagai alternatif untuk tradisional alkohol nasional seperti *etanol* dan *isopropanol*

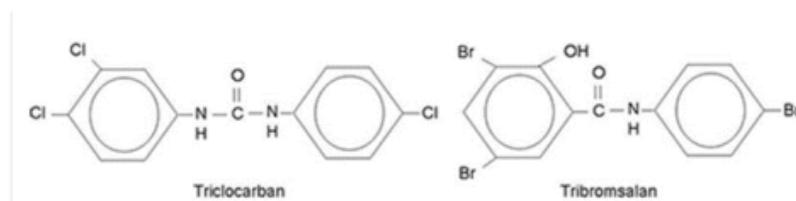
Spektrum Aktivitas Alkohol memiliki efek *bakterisidal* dan *mikro bakterisidal* yang cepat aktivitas (misalnya, etanol 70% dalam 30 detik). Spektrum Aktivitas Alkohol sebagai bakterisida dan mikro bakterisidal dengan aktivasi yang cepat (misalnya, etanol 70% dalam 30 detik).

Khasiat terhadap jamur dan virus bervariasi dan sering kali lebih lambat (>2 menit dengan etanol 70%), dengan aktivitas yang lebih besar terhadap virus *enveloped*. Alkohol telah dilaporkan memiliki aktivitas terhadap *nonenveloped* virus, tergantung pada target virus dan jenis alkohol atau formulasi yang mengandung alkohol.

8.2.5 Analida

Anilida adalah turunan dari *salisilanida* dan *karbanilida*. Anti mikroba paling sukses turunannya terhalogenasi, termasuk *triclocarban* berbasis *karbanilida* (3,4,4'-trichlorocarbanilide) dan berbasis *salisilanida* *tribromsalan* (3,4,5-tribromosalicylanide). Anilida memiliki struktur yang mirip dengan *bisfenol*

Triclocarban telah digunakan sebagai pengawet kosmetik dan masih digunakan dalam sabun dan deodoran anti mikroba. Secara keseluruhan, penggunaannya telah dibatasi karena spektrum aktivitas yang terbatas dibandingkan dengan antiseptik lainnya. Selain itu, *tribromsalan* telah dibatasi karena efek yang buruk pada kulit seperti erupsi foto sensitif dan gangguan kulit.



Spektrum aktivitas *anilida*, terutama turunan terhalogenasi, memiliki efek bakteriostatik dan fungistatik yang sangat efektif. Aktivitas mikrobisida spesifik mereka bervariasi tergantung pada biosida spesifik dan penggunaannya dalam formulasi, *Triclocarban* sangat aktif terhadap bakteri Gram-positif, bakteri patogen atau penyebab bau pada kulit. Aktivitas bakteriostatik dengan konsentrasi 1 g/ml, tetapi konsentrasi yang lebih tinggi diperlukan untuk aktivitas fungistatik.

Triklokarban memiliki sedikit efek terhadap bakteri Gram-negatif dan jamur; pengecualian adalah beberapa jamur patogen kulit (seperti *Trichophyton*, *Epidermophyton*, dan *Microsporum*), yang dihambat pada konsentrasi di bawah 10 g/ml.

8.2.6 Pewarna Anti Mikroba

Acridine adalah pertama kali diperkenalkan sebagai anti mikroba sistemis dan topikal di awal 1900-an, tetapi penggunaannya menurun setelah ditemukannya antibiotik. Struktur dasar *acridine* ditunjukkan di atas, dengan berbagai turunan yang dijelaskan dengan berbagai sifat anti mikroba atau toksik. Mereka pada dasarnya adalah pewarna hetero-aromatik yang telah diteliti oleh berbagai modifikasi, termasuk penambahan amino kelompok (dikenal sebagai aminoacridines), halogenasi, dan nitrifikasi.

Berbagai investigasi awal menjadi modifikasi *acridine* tertentu menyebabkan identifikasi banyak terapi obat *antiprotozoal* termasuk *quinoline* dan *quinacrine*. *Acridines* yang paling banyak digunakan sebagai antiseptik adalah *aminoacridines*, yang termasuk *proflavine*, *euflavine* (atau *acriflavine*), dan *aminakrin* *Acriflavine* ada di dua bentuk: bentuk asam (*euflavine*, dan bentuk netral; yang terakhir lebih banyak digunakan karena kurang iritasi.

Proflavine dan *euflavine* digunakan sebagai antiseptik luka, khususnya *proflavine*, yang dianggap kurang mengiritasi ke kulit. Mereka dapat diterapkan dalam bubuk atau salep atau dalam kain kasa yang direndam. *proflavin*, khususnya, telah digunakan dalam pembalut luka.

8.2.7 Biguanida

Biguanid adalah senyawa yang mengandung C₂ H₇N ligan. *Klorheksidin* (suatu bis-biguanid) tidak larut dalam air dan yang digunakan adalah dalam bentuk garam, yaitu *klorheksidin* basa direaksi kan dengan asam. Molekul *Klorheksidin* terdiri dari pusat rantai lipofilik *heksametilena* dengan *klorofenil* basa gugus *guanida* di kedua ujungnya, bereaksi dengan asam.

Klorheksidin glukonat, dikenal 5 sebagai CHG, yang banyak digunakan, tetapi garam lainnya termasuk: *klorheksidin* diasetat dan *dihidrobromida*. *Alexidine* berbeda secara kimiawi dari *chlorhexidine* dalam memiliki gugus akhir *etileksil*. Senyawa yang terbaru yaitu *biguanid polimer*, merupakan campuran *hetero disperse* dari *polyhexamethylene biguanides* (PHMB); misalnya jenderal struktur klorida PHMB ditunjukkan pada kiri.

Klorheksidin mungkin yang paling banyak digunakan menggunakan *biguanide*, dengan penggunaan di antaranya sebagai biosida dalam sabun anti mikroba (antiseptik) pembalut luka *biosidal*, dekolonisasi kulit, pencuci mulut,

perawatan rambut, dan perawatan permukaan infeksi dan sebagai pengawet (misalnya, solusi penyimpanan kontak lensa).

Klorheksidin (pada 0,5 sampai 4%) terutama digunakan sebagai antiseptik untuk berisiko tinggi, termasuk dalam formulasi sebagai scrub bedah rumah sakit, perawatan kesehatan cuci tangan personel, dan dekolonisasi produk mandi. Meluasnya penggunaan *klorheksidin* karena memiliki efek yang ringan pada iritasi kulit (yang dapat tergantung formulasi Iritasi secara nyata lebih tinggi dengan *biguanida* alternatif seperti *alexidine* dan *oktenidin*. Aktivitas spektrum luas dari *biguanides* dapat ditingkatkan dalam kombinasi dengan biosida lainnya, khususnya dengan alkohol dan QAC.

PHMB banyak digunakan untuk desinfeksi permukaan di industri dan aplikasi medis dan untuk sanitasi air, terutama sebagai alternatif klorin dan bromin di kolam renang. Spektrum Aksi *Biguanid* adalah bakterisida spektrum luas biosida yang memperlihatkan kerja cepat terhadap Gram positif dan bakteri gram negatif. PHMB juga aktif terhadap Gram-positif dan bakteri Gram-negatif, meski pun *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella spp.* telah dilaporkan kurang sensitif. *biguanida* lebih aktif terhadap bakteri Gram-positif, kurang aktif terhadap jamur, termasuk ragi dan jamur,

Klorheksidin (suatu bis-biguanid) tidak larut dalam air dan yang digunakan adalah dalam bentuk garam, yaitu *klorheksidin* basa direaksi kan dengan asam. Molekul *Klorheksidin* terdiri dari pusat rantai lipofilik *heksametilena* dengan *klorofenil* basa gugus *guanida* di kedua ujungnya, bereaksi dengan asam.

Klorheksidin glukonat, dikenal 5 sebagai CHG, yang banyak digunakan, tetapi garam lainnya termasuk: *klorheksidin* diasetat dan *dihidrobromida*. *Alexidine* berbeda secara kimiawi dari *chlorhexidine* dalam memiliki gugus akhir *etileksil*. Senyawa yang terbaru yaitu *biguanid polimer*, merupakan campuran *hetero disperse* dari *polyhexamethylene biguanides* (PHMB); misalnya jenderal struktur klorida PHMB ditunjukkan pada kiri.

Klorheksidin mungkin yang paling banyak digunakan menggunakan *biguanide*, dengan penggunaan di antaranya sebagai biosida dalam sabun anti mikroba (antiseptik) pembalut luka *biosidal*, dekolonisasi kulit, pencuci mulut, perawatan rambut, dan perawatan permukaan *infeksi* dan sebagai pengawet (misalnya, solusi penyimpanan kontak lensa). *Klorheksidin* (pada 0,5 sampai 4%) terutama digunakan sebagai antiseptik untuk berisiko tinggi, termasuk dalam formulasi sebagai scrub bedah rumah sakit, perawatan kesehatan cuci tangan personel, dan dekolonisasi produk mandi.

Spektrum Aksi *Biguanid* adalah bakterisida spektrum luas biosida yang memperlihatkan kerja cepat terhadap Gram positif dan bakteri gram negatif. PHMB juga aktif terhadap Gram-positif dan bakteri Gram-negatif, meskipun *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella spp.* telah dilaporkan kurang sensitif.

8.2.8 Diamidin

Diamidin adalah kelompok anti mikroba agen dengan struktur serupa yang digunakan sebagai antiseptik. Yang paling banyak digunakan adalah *propamide* dan *dibromo propamide* halogen. Keduanya tersedia di bentuk garam *isetionat* dalam bentuk tetes, salep, atau formulasi krim.

Diamidin terutama digunakan untuk terapi dalam perawatan kulit, luka, dan mata infeksi. Contohnya termasuk krim dan salep mengandung hingga 0,15% *propamide* atau *dibromo propamide* yang digunakan untuk pencegahan atau pengobatan topikal luka infeksi.

Spektrum Aktivitas *Propamide* dan *dibromo propamide* memiliki spektrum aktivitas yang serupa, efektif terhadap bakteri, jamur, dan beberapa parasit. Aktivitas antibakteri terhadap Bakteri gram positif, dengan MIC . khas kisaran 0,2 hingga 25 g/ml, dengan konsentrasi yang lebih tinggi diperlukan untuk menghambat pertumbuhan beberapa bakteri Gram-negatif (25 hingga 500 g/ ml) dan jamur (100 hingga 1.000 g/ml).

Banyak *strain Staphylococcus* yang kebal antibiotik (misalnya, galur MRSA) dan *Pseudomonas spp.* menunjukkan toleransi yang lebih tinggi terhadap *diamidin*, tetapi secara keseluruhan, efek ini bersifat biosida dan formulasi-spesifik. *Diamidin* efektif melawan *amoeba*, termasuk *Acanthamoeba*, tapi *cysticide* yang buruk (tetapi ini dapat diatasi) dalam formulasi dengan biosida lain dan eksipien, seperti bila dikombinasikan dengan 30% dimetil sulfoksida)

8.2.9 Minyak Esensial dan Tanaman Ekstrak

Jenis Minyak esensial adalah campuran yang kompleks bahan kimia yang diekstraksi dari berbagai tanaman dengan konsentrasi atau destilasi. Sebagai metabolit sekunder dari tumbuhan, mereka telah dianggap berasal dari berbagai fungsi termasuk biosida alami untuk perlindungan tanaman sel dari berbagai patogen. Minyak pinus diisolasi dengan destilasi uap dari serpihan kayu dan/atau jarum pinus dari berbagai spesies Pinus, dan biosida utama yang diidentifikasi adalah terpineol dan pinus.

Aplikasi Minyak atsiri memiliki karakteristik yang kuat belum bau yang menyenangkan dan telah digunakan dalam berbagai pembersih. Beberapa telah digunakan sebagai antiseptik, termasuk: mencuci tangan, sebagai obat kumur. Spektrum aktivitas minyak menguap sangat bervariasi, dari aktivitas bakterisida dan fungisida yang kuat, bakteriostatik dan fungistatik aktivitas yang sempit.

Minyak esensial menunjukkan aktivitas yang lebih besar terhadap Gram-positif bakteri daripada melawan bakteri Gram-negatif, dengan strain *Pseudomonas* dan *Listeria* yang menunjukkan resistensi terbesar; pengecualian termasuk aktivitas minyak pinus terhadap *Pseudomonas* (umumnya kurang berefek pada bakteri Gram-positif).

8.2.10 Halogen dan Zat Pelepas Halogen

Halogen adalah kelompok unsur yang berbeda secara fisik tetapi menunjukkan kesamaan dalam reaktivitas kimia. Mereka termasuk fluor (F), klorin (Cl_2), brom (Br_2), dan yodium (I). yang dikomplekskan dengan yodium dalam *triiodida* bentuk (povidone-iodine [PVPI misalnya solusi PVPI 10% dalam air memberikan yodium aktif konsentrasi 0,03 hingga 0,04%).

Untuk tujuan antiseptik dan desinfeksi, "klorin" mengacu pada adanya senyawa klorin aktif atau teroksidasi yang terbentuk dalam air. Ini termasuk Cl_2 (unsur klorin), OCl^- (hipoklorit ion), dan $HOCl$ (asam hipoklorit). Aktivitas anti mikroba klorin dalam air (atau klorin yang tersedia gratis) adalah kombinasi dari Cl_2 , $HOCl$, dan OCl^- , tetapi didominasi karena $HOCl$. *Kloramin anorganik* atau lainnya senyawa *nitro-kloro* juga dapat terbentuk dengan reaksi klorin dengan amonia dan senyawa lain yang mengandung nitrogen.

Aktivitas anti mikroba yang tersedia klorin bervariasi tergantung pada konsentrasinya, suhu, dan pH. Seperti biosida lainnya, ini efisiensi meningkat dengan suhu dan konsentrasi. Disosiasi $HOCl$ meningkat pada pH yang lebih tinggi, dengan produksi OCl^- yang lebih besar dan kemudian mengurangi kemanjuran anti mikroba; pH optimal untuk aktivitas adalah 4 hingga 7. Sumber klorin yang paling penting adalah gas klorin, *hipoklorit*, dan *kloramin*.

Hipoklorit adalah sumber klorin yang banyak digunakan dan termasuk sediaan bubuk dan cair. Bubuk atau tablet termasuk natrium dan kalium hipo- Sumber klorin yang paling penting adalah gas klorin, *hipoklorit*, dan *kloramin*. Yodium telah banyak digunakan sebagai antiseptik. Klorin yang tersedia telah banyak

digunakan untuk desinfeksi air. Klorinasi air minum telah secara signifikan berkontribusi pada kontrol menyebar luas seperti kolera (disebabkan oleh *Vibrio cholerae*) dan tifus (disebabkan oleh *Salmonella enterica* serovar Typhi).

Biasanya digunakan konsentrasi untuk air minum konsentrasi dari 0,5 hingga 1 mg/liter klorin yang tersedia, *Kloramin* seperti natrium *dichloroisocyanurate* telah direkomendasikan sebagai alternatif untuk *hipoklorit* karena pelepasan klorin yang tertunda dan potensi untuk aktivitas yang lebih besar dari waktu ke waktu di adanya tanah yang mencemari (misalnya, organik) bahan).

Penggunaannya pada kolam renang dan bak air panas dan air limbah, keduanya menggunakan konsentrasi yang lebih tinggi 1 sampai 3 mg/liter klorin yang tersedia. Klorin juga banyak digunakan untuk rutinitas sanitasi sistem pasokan air dan pipa; (termasuk kontrol biofilm). hipoklorit, terutama natrium hipoklorit cair, atau solusi "pemutih", biasanya digunakan untuk berbagai aplikasi desinfeksi permukaan di rumah tangga, fasilitas perawatan kesehatan, penanganan makanan perusahaan, dan industri lainnya

8.2.11 Peroksigen dan Bentuk Oksigen Lainnya

Agen pengoksidasi memiliki aktivitas anti mikroba yang kuat. Banyak agen pengoksidasi yang digunakan, termasuk: halogen (klorin, brom, dan yodium). Peroksigen, dan bentuk lain dari oksigen. Peroksigen adalah kelompok penting dari oksidator yang meliputi hidrogen peroksida, PAA, dan klorin dioksida. Hidrogen peroksida adalah pengoksidasi kuat dan mungkin salah satu yang paling banyak digunakan untuk medis, industri, dan rumah tangga dalam bentuk cair dan gas. Ini tersedia secara komersial sebagai cairan tidak berwarna di berbagai pengenceran (umumnya 3 sampai 90%) dalam air.

PAA tersedia ciri bau kuat, tajam (seperti cuka) pada 5 sampai 37%. Hidrogen peroksida terdapat dalam sediaan yang kesetimbangan dengan air, hidrogen peroksida, dan asam asetat. Sebagai contoh, PAA 35% dilengkapi dengan 7% hidrogen peroksida, 40% asam asetat, dan 17% air; beberapa *stabilizer* (misalnya, natrium pirofosfat atau hidroksikuinolon) dapat ditambahkan. Untuk kebanyakan desinfeksi medis dan tujuan sanitasi, PAA digunakan dalam formulasi dengan hidrogen peroksida/asam asetat dan komponen lainnya untuk meningkatkan stabilitas dan kompatibilitasnya dengan jangkauan yang lebih luas dari permukaan material.

Ozon terjadi secara alami gas yang larut dalam air, sifatnya yang reaktif, tidak stabil, ozon diproduksi di titik penggunaan. aplikasi Desinfeksi fumigasi yang khas siklus mencakup pre humidifikasi area (hingga 70 hingga 80%), desinfeksi ozon (sementara mempertahankan tingkat kelembaban yang diperlukan), dan aerasi (sampai di bawah 0,1 ppm). Direkomendasikan tingkat aman ozon adalah 0,1 ppm di atas tipikal hari kerja 8 jam, dengan minimum tingkat paparan jangka pendek pada 0,3 ppm selama 15 menit. Waktu siklus bervariasi tergantung pada ukuran area, tingkat desinfeksi yang diinginkan, dan isi daerah

Hidrogen Peroksida. Hidrogen peroksida digunakan sebagai pengawet, antiseptik, desinfektan, fumigan, dan sterilan. Peroksida cair umumnya disimpan dalam wadah plastik berventilasi (misalnya, polietilen) wadah untuk memungkinkan pelepasan oksigen dari waktu ke waktu sebagai hidrogen peroksida terurai menjadi air dan oksigen. Dia biasanya digunakan sebagai antiseptik pada 3 hingga 3,5% dalam larutan air atau dalam krim/gel, seperti dalam pembersihan atau pengobatan infeksi luka, dan pengobatan infeksi kulit atau selaput lendir (misalnya, sebagai obat kumur mulut). Formulasi dari 3 hingga 3,5% juga digunakan untuk membersihkan dan mendesinfeksi permukaan keras lainnya aplikasi desinfeksi (non kritis).

Beberapa hidrogen peroksida yang ditingkatkan efek desinfektan menjadi efektif yang secara signifikan mengurangi bakteri level di permukaan(Boyce, 2016)

8.2.12 Fenolik

Fenolik secara kimia adalah kelas alkohol senyawa dengan satu atau lebih hidroksil (-OH) gugus yang terikat pada hidrokarbon aromatik cincin. Berbagai macam *fenolat* digunakan untuk desinfeksi, pengawetan, dan antiseptik. *fenolat*, termasuk fenol, kresol, dan *xilenol*, adalah yang pertama diidentifikasi dengan fraksinasi dari batu bara atau tar anti mikroba alami.

Fenolik dan turunannya merupakan unsur penting golongan senyawa yang banyak digunakan untuk keperluan industri dan medis. Senyawa *fenolik* telah lama digunakan untuk antiseptik, desinfektan, dan pengawetnya properti. Fenol itu sendiri, meskipun iritasi pada kulit, berhasil digunakan selama perintis prosedur bedah antiseptik oleh Joseph Lister (1827-1912).

Senyawa *fenolik* yang paling banyak digunakan pada kulit saat ini adalah *bisphenols* (hexachlorophene dan triclosan), *chloroxlenol* (juga dikenal

sebagai PCMX [p chloro-m-xylenol]), dan asam *salisilat*. Kloroksilenol juga telah banyak digunakan sebagai pengawet dan di beberapa desinfektan permukaan.

Spektrum Aktivitas Kebanyakan *fenolat* menunjukkan aktivitas yang cepat terhadap bakteri (Gram positif dan Gram negatif), jamur, dan virus. Secara umum, *fenolat* lebih efektif melawan Gram-positif daripada bakteri gram negatif. Tuberkulosis cepat aktivitas juga telah ditunjukkan, tergantung pada biosida *fenolik* tertentu (atau kombinasi dalam formulasi). Aktivitas sangat bervariasi tergantung pada jenis fenol dan formulasinya.

8.2.13 QAC dan Lainnya Surfaktan

Surfaktan (atau "agen aktif permukaan") adalah: sekelompok senyawa dengan sifat *hidrofobik* (menolak air, non polar atau lipofilik) dan hidrofilik (menarik air, polar atau lipofilik). Senyawa ini dapat menurunkan tegangan permukaan dan juga membentuk misel, memungkinkan untuk dispersi dalam cairan.

Surfaktan dapat bermanfaat sebagai agen pembusa (interaksi cair-gas), pengemulsi (interaksi cair-cair, misalnya, untuk mencampur senyawa seperti minyak dalam air), dan *dispersant* (interaksi cair-padat, misalnya, dispersi yang tidak larut dalam air padat). Fungsi sebagai detergen adalah kemampuan mereka untuk bertindak sebagai agen pembersih, yang terkait dengan kemampuan untuk menghilangkan dan melarutkan kotoran dari permukaan yang terkontaminasi.

Misalnya, surfaktan *anionik* dan *nonionik* sering memiliki sedikit atau tidak ada aktivitas anti mikroba intrinsik tetapi banyak digunakan dalam pembersih, dalam formulasi, untuk meningkatkan aktivitas lainnya biosida. Surfaktan *anfoter* secara luas digunakan karena peningkatan aktivitas anti mikroba dikombinasikan dengan detergensi yang baik. Tetapi dari perspektif anti mikroba, surfaktan kationik, khususnya QAC, adalah yang paling banyak digunakan.

Kontaminasi peralatan rumah sakit, obat-obatan, dan persediaan air dengan patogen rumah sakit adalah penyebab umum wabah infeksi (Ling et al., 2015). Sedikit yang diketahui tentang produk pembersih yang digunakan oleh program perawatan dan pendidikan yang memberikan dampak terhadap asma masa kanak-kanak, efek karsinogen, dan efek iritasi pada kulit, mata (Querdibitty et al., 202). Penggunaan bahan-bahan pembersih menimbulkan berbagai risiko terutama pada tenaga kerja (Otter et al., 2019).

Selama periode pandemi COVID-19 dibandingkan dengan periode pra-pandemi, bahwa frekuensi pembersihan (69,3%) dan jumlah penggunaan produk pembersih (74,2%) meningkat secara signifikan dan frekuensi dari masalah terkait penggunaan produk pembersih sebesar 46,9%. Efek yang umum dilaporkan adalah masalah gangguan kulit (68%) dan sesak napas (23%) (Koksoy Vayisoglu & Oncu, 2021).

Usaha mencegah penyakit, desinfeksi lingkungan sangat penting untuk menjaga Kesehatan masyarakat. Penggunaan produk pembersih secara teratur akan cukup jika ada tidak ada orang yang terinfeksi di lingkungan rumah. Tindakan desinfeksi disarankan menggunakan larutan 0,1% natrium hipoklorit atau produk mengandung 70% -90% alkohol. Faktanya, diketahui bahwa mencampur bahan kimia yang berbeda atau meminumnya dengan cara ditelan dapat menyebabkan keracunan dan mengakibatkan kematian (Koksoy Vayisoglu & Oncu, 2021).

Permukaan kontak produk di proses makanan dapat mencemari produk secara langsung, yaitu produk menyentuh permukaan berpotensi menyebabkan kontaminasi mikroba (Gibson dkk., 1999). Strategi baru telah diusulkan untuk menghilangkan biofilm, yaitu dengan menggunakan enzim, fag, dan bio regulasi (Coughlan et al., 2016).

Penggunaan detergen berbasis enzim sebagai bio cleaner, juga dikenal sebagai “bahan kimia hijau”, dapat menjadi pilihan yang tepat untuk mengatasi biofilm dalam industri makanan (Lequette dkk., 2010; Stiefel dkk., 2016; Fleming dan Rumbaugh, 2017). Di industri lingkungan, banyak sekali mikroba spesies hidup berdampingan dalam biofilm yang sama, sehingga meningkat heterogenitas biokimia dari matriks. Efisien formulasi mungkin karena itu menjadi tersusun campuran enzim dengan berbagai substrat ke mengganggu kestabilan EPS, seperti *protease*, *selulase*, *polisakarida depolimerase*, *alginat liase*, *dispersi B*, dan *DNAse* (Delhalle et al., 2020).

Di antara bahan pembersih dan dekontaminasi untuk mencuci permukaan dengan tangan, pelepasan klorin larutan (misalnya, pemutih), pada konsentrasi yang cukup dan dengan waktu paparan yang tepat (setidaknya 10 menit), tunjukkan bukti terbaik untuk membunuh *C. difficile*. Terminal (saat keluar) pembersihan dengan agen *sporicidal* adalah praktik standar yang direkomendasikan saat ini untuk *C. difficile* (Schoyer & Hall, 2020).

Manfaat pembersihan untuk pengendalian *C. difficile* pembersihan yang ditingkatkan dengan *hipoklorit* ke dalam dua ICU. Penggunaan desinfektan

pelepas klorin di ruangan yang terkontaminasi dengan spora *C. difficile* mengurangi jumlah spora di lingkungan, dengan beberapa bukti yang menunjukkan bahwa ini mengurangi risiko kekambuhan dan penyebaran *C. Difficile-Associated Disease* (CDAD). Bukti terkuat untuk produk dengan konsentrasi agen desinfektan yang lebih tinggi (misalnya 5000 mg/L klorin bebas) (Dancer, 2013).

Bab 9

Pengendalian Kondisi Fisik Pekerja

9.1 Pendahuluan

Setiap tempat kerja atau pengelola dari suatu tempat kerja harus memiliki unsur Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang terdiri dari kesehatan, keamanan dan keselamatan kerja. Ketiga hal ini merupakan salah satu alasan setiap tenaga kerja dapat bekerja dengan maksimal dan tidak akan mengalami kecelakaan yang membuat luka, sakit atau masalah krusial lainnya.

Setiap tempat kerja atau pengelola dari suatu tempat kerja wajib melaksanakan syarat – syarat K3 Lingkungan Kerja. Persyaratan yang terkait dengan K3 Lingkungan Kerja tercantum dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja (Permenaker) No. 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Pelaksanaan syarat – syarat K3 Lingkungan Kerja bertujuan untuk mewujudkan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan nyaman dalam rangka mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

Terdapat beberapa persyaratan K3 Lingkungan Kerja yang memengaruhi lingkungan kerja yaitu faktor fisik, faktor kimia, faktor biologi, faktor ergonomi, dan faktor psikologi kerja. Faktor fisik di lingkungan kerja merupakan salah satu kondisi yang harus dijaga kebersihannya dan keamanannya,

karena apabila kondisi lingkungan tersebut tidak baik, maka akan berakibat terhadap kesehatan dan keselamatan kerja.

9.2 Lingkungan Kerja

Pengertian Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja di suatu tempat kerja sangat perlu mendapat perhatian, karena lingkungan kerja dapat memengaruhi kondisi tenaga kerja secara langsung. Lingkungan kerja yang kondusif dapat menjadi upaya dalam meningkatkan kinerja tenaga kerja seperti peningkatan produktivitas dan semangat kerja dari tenaga kerja dan sebaliknya lingkungan kerja yang tidak baik akan menurunkan kinerja tenaga kerja.

Lingkungan kerja adalah aspek higiene di tempat kerja yang di dalamnya mencakup faktor fisik, kimia, biologi ergonomi dan psikologi yang keberadaannya di tempat kerja dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja (Permenaker No. 5 Tahun 2018).

Lingkungan kerja merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar para pekerja yang dapat memengaruhi dirinya dalam tugas – tugas yang diembankan (Alex, S, 2010). Lingkungan kerja adalah lingkungan merujuk pada lembaga-lembaga atau kekuatan – kekuatan yang berada di luar tempat kerja tersebut secara potensial memengaruhi kinerja tempat kerja.

Kondisi lingkungan kerja dikatakan baik atau sesuai apabila manusia dapat melaksanakan kegiatan secara optimal, sehat, aman dan nyaman. Lingkungan kerja yang menyenangkan akan menghasilkan hubungan yang positif bag kinerja dan pencapaian tujuan tempat kerja (Robbins, Stephen P. dan Coulter, 2010).

Lingkungan kerja didefinisikan sebagai keadaan yang ada di sekitar tempat kerja baik fisik maupun non fisik yang dapat memberikan kesan menyenangkan, mengamankan, menentramkan dan kesan betah bekerja dan lain sebagainya (Supardi, 2003). Sedangkan menurut (Mangkunegara. Anwar Prabu, 2005) menyatakan bahwa lingkungan kerja adalah sebuah aspek fisik kerja, psikologi kerja dan peraturan kerja yang dapat memengaruhi kepuasan kerja dan pencapaian produktivitas.

Terdapat beberapa syarat – syarat K3 Lingkungan Kerja yang memengaruhi lingkungan kerja yaitu pengendalian faktor fisik dan faktor kimia agar di bawah Nilai Ambang Batas (NAB), pengendalian faktor biologi, faktor ergonomi, dan faktor psikologi kerja agar memenuhi standar (Permenaker No. 5 Tahun 2018, 2018).

Aspek Lingkungan Kerja

Kondisi lingkungan kerja yang mendukung bagi seluruh aktivitas kerja tenaga kerja akan meningkatkan produktivitas kerja tenaga kerja dan sebaliknya apabila kondisi lingkungan kerja yang tidak mendukung akan mengakibatkan kelelahan tenaga kerja yang akan menurunkan produktivitas kerja tenaga kerja. (Simanjuntak, 2003).

Lingkungan kerja memiliki aspek pembentuk lingkungan kerja yaitu:

1. Pelayanan kerja

Pelayanan tenaga kerja merupakan aspek terpenting yang harus dilakukan oleh setiap tempat kerja terhadap tenaga kerja. Pelayanan yang baik dari tempat kerja akan membuat tenaga kerja lebih semangat dalam bekerja, mempunyai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pekerjaannya serta dapat terus menjaga nama baik tempat kerja melalui produktivitas kerja dan tingkah laku.

Pelayanan tenaga kerja meliputi beberapa hal, yaitu:

- a. Pelayanan makan dan minum.
- b. Pelayanan kesehatan.
- c. Pelayanan kamar mandi/ toilet dan WC di tempat kerja.

2. Kondisi kerja

Kondisi kerja dari tenaga kerja sebaiknya diusahakan oleh manajemen tempat kerja sebaik mungkin agar timbul rasa aman dalam bekerja untuk setiap tenaga kerja. Kondisi kerja meliputi pencahayaan yang cukup, suhu udara yang tepat, kebisingan yang dikendalikan, pengaruh warna, ruang gerak yang diperlukan dan keamanan kerja untuk setiap tenaga kerja.

3. Hubungan tenaga kerja

Hubungan tenaga kerja akan sangat menentukan dalam menghasilkan produktivitas kerja. Hal ini disebabkan karena adanya hubungan

motivasi, semangat dan gairah kerja dengan hubungan yang kondusif antar sesama tenaga kerja dalam bekerja, ketidakserasian hubungan antara tenaga kerja dapat menurunkan motivasi dan kegairahan yang akibatnya akan dapat menurunkan produktivitas kerja (Simanjuntak, 2003).

Jenis-Jenis Lingkungan Kerja

Kondisi lingkungan kerja yang mendukung bagi seluruh aktivitas kerja tenaga kerja akan meningkatkan produktivitas kerja tenaga kerja dan sebaliknya apabila kondisi lingkungan kerja yang tidak mendukung akan mengakibatkan kelelahan tenaga kerja yang akan menurunkan produktivitas kerja tenaga kerja.

Secara garis besar, jenis lingkungan kerja terbagi menjadi 2 (dua) menurut (Sedarmayanti, 2009), yaitu:

1. Lingkungan tempat kerja atau lingkungan kerja fisik.
Lingkungan ini mencakup pencahayaan, kebisingan, pewarnaan, udara, ruang gerak, keamanan dan kebersihan.
2. Suasana kerja atau lingkungan non fisik
Lingkungan ini mencakup struktur kerja, tanggung jawab kerja, perhatian dan dukungan top manajemen/pimpinan, kerja sama antar kelompok dan kelancaran komunikasi.

Selanjutnya menurut (Wursanto, 2009), menyatakan bahwa lingkungan kerja juga dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu kondisi lingkungan kerja yang menyangkut segi fisik dan psikis:

1. Kondisi lingkungan kerja yang menyangkut segi fisik
Faktor lingkungan fisik adalah lingkungan yang berada di sekitar tenaga kerja. Kondisi di lingkungan kerja dapat memengaruhi kepuasan kerja tenaga kerja yang meliputi:
 - a. Rencana ruang kerja
Meliputi kesesuaian pengaturan dan tata letak peralatan kerja yang berpengaruh besar pada kenyamanan dan tampilan kerja tenaga kerja.

- b. Rancangan pekerjaan
Meliputi peralatan kerja dan prosedur kerja atau metode kerja, peralatan kerja yang tidak sesuai dengan pekerjaannya akan memengaruhi kesehatan dan hasil kerja tenaga kerja.
 - c. Kondisi lingkungan kerja
Pencahayaannya dan kebisingan sangat berkaitan dengan kenyamanan tenaga kerja dalam bekerja. Sirkulasi udara, suhu ruangan dan pencahayaan yang sesuai sangat memengaruhi kondisi seseorang dalam menjalankan tugasnya.
 - d. Tingkat visual privacy dan acoustical privacy
Setiap tempat kerja terdapat tingkat pekerjaan tertentu yang membutuhkan *privacy* pada tenaga kerjanya. *Visual Privacy* diartikan sebagai keleluasaan pribadi terhadap hal yang menyangkut tenaga kerja dan kelompoknya.
Acoustical Privacy berkaitan dengan pendengaran.
2. Kondisi lingkungan kerja yang menyangkut segi psikis
Faktor lingkungan psikis adalah hal-hal yang menyangkut hubungan sosial dan pekerjaannya. Kondisi psikis yang memengaruhi kepuasan kerja yaitu:
- a. Pekerjaan yang berlebihan
Pekerjaan yang berlebihan dengan waktu yang terbatas atau mendesak dalam penyelesaian suatu pekerjaan akan menimbulkan penekanan dan ketegangan pada tenaga kerja sehingga mendapatkan hasil yang maksimal.
 - b. Sistem pengawasan yang buruk
Sistem pengawasan yang buruk dan tidak efisien dapat menimbulkan ketidakpuasan lainnya, seperti kurangnya umpan balik prestasi kerja.
 - c. Frustrasi
Frustrasi dapat berdampak pada terhambatnya usaha pencapaian tujuan, misalnya harapan tempat kerja tidak sesuai dengan harapan tenaga kerja. Apabila hal ini terus berlanjut maka akan menimbulkan frustrasi bagi tenaga kerja.

- d. Perubahan dalam segala bentuk
Perubahan yang terjadi dalam pekerjaan akan memengaruhi cara setiap tenaga kerja dalam bekerja, misalnya perubahan jenis pekerjaan, perubahan serikat kerja, pergantian kepemimpinan pada top manajemen.
- e. Perselisihan antar pribadi dan kelompok
Hal ini dapat terjadi apabila kedua belah pihak mempunyai tujuan yang sama bersaing untuk mencapai tujuan tersebut. Perselisihan ini dapat berdampak negatif yaitu terjadinya perselisihan dalam berkomunikasi, kurangnya kekompakan dan kerja sama. Sedangkan dampak positifnya adalah adanya usaha positif untuk mengatasi perselisihan di tempat kerja, seperti perselisihan, masalah status dan perbedaan antar individu.

Manfaat Lingkungan Kerja

Manfaat lingkungan kerja adalah menciptakan gairah kerja sehingga produktivitas kerja meningkat. Sementara itu, manfaat yang dapat diperoleh dengan bekerja bersama orang-orang yang termotivasi adalah pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu.

Pekerjaan diselesaikan sesuai standar yang benar dalam skala waktu yang telah ditentukan. Kinerja akan dipantau oleh individu yang berkaitan dan tidak membutuhkan terlalu banyak pengawasan serta semangat juangnya akan tinggi (Arep, Ishak Dan Hendri, 2003).

9.3 Lingkungan Kerja Fisik

Definisi Lingkungan Kerja Fisik

Lingkungan kerja fisik sangat berperan penting pada tenaga kerja di tempat kerja-kerja. Apabila lingkungan kerja fisik yang ada di sekitar tenaga kerja baik, maka kinerja tenaga kerja akan meningkat. Tetapi apabila lingkungan kerja fisik yang ada di sekitar tenaga kerja buruk maka akan menyebabkan kinerja tenaga kerja menurun dan produktivitas tempat kerja akan berkurang.

Adapun definisi Lingkungan kerja fisik yaitu segala sesuatu yang ada di sekitar para pekerja yang dapat memengaruhi dirinya dalam menjalankan tugas – tugas yang dibebankan, seperti pencahayaan, suhu udara, ruang gerak, keamanan, kebersihan, musik dan lain-lain (Alex, S, 2010). Menurut (Gie, 2000) menyatakan bahwa lingkungan kerja fisik merupakan sekumpulan faktor fisik dan suasana fisik yang ada di tempat kerja.

Indikator Lingkungan Kerja Fisik

Indikator lingkungan kerja fisik dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu: (Sedarmayanti, 2011).

1. Lingkungan yang langsung berhubungan dengan tenaga kerja, seperti kursi kerja, meja kerja dan lainnya.
2. Lingkungan perantara atau lingkungan umum yang dapat memengaruhi kondisi manusia, seperti pencahayaan, kelembaban, kebisingan, warna, ruang gerak, keamanan bekerja dan lainnya.

- a. Pencahayaan

Cahaya adalah gelombang elektromagnetik yang dapat ditangkap oleh cahaya mata dan dapat memungkinkan untuk membedakan warna. Pencahayaan di tempat kerja adalah jumlah penyinaran pada suatu bidang kerja yang diperlukan untuk melaksanakan kegiatan secara efektif (Permenkes No. 70 Tahun 2016).

Pencahayaan mempunyai manfaat yang besar bagi tenaga kerja guna mendapatkan keselamatan dan kesehatan kerja. Oleh sebab itu, perlu diperhatikan adanya cahaya atau penerangan yang terang tetapi tidak menyilaukan. Selain itu, pencahayaan yang kurang jelas akan memengaruhi kinerja tenaga kerja karena dapat mengganggu proses kerja di tempat kerja.

- b. Temperatur di tempat kerja

Tubuh manusia selalu berusaha untuk mempertahankan keadaan normal dengan suatu sistem tubuh yang sempurna sehingga dapat menyesuaikan diri dengan perubahan yang terjadi di luar tubuh. Terdapat keterbatasan pada kemampuan ini, yaitu tubuh manusia dapat menyesuaikan dirinya dengan temperatur luar apabila

perubahan temperatur luar tubuh yang terjadi tidak lebih dari 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin dari keadaan normal tubuh.

c. Kelembaban di tempat kerja

Kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara, biasa dinyatakan dalam persentase. Kelembaban berhubungan/ dipengaruhi oleh temperatur udara, kecepatan udara bergerak, dan radiasi panas dari udara tersebut akan memengaruhi keadaan tubuh manusia pada saat menerima atau melepaskan panas dari tubuhnya. Suatu keadaan dengan temperatur udara sangat panas dan kelembaban tinggi akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara maksimal karena adanya sistem penguapan.

Selain itu, akan meningkatkan denyut jantung karena makin aktifnya sistem peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan tubuh manusia akan selalu menjaga keseimbangan panas tubuh dengan suhu di sekitarnya.

d. Bau – bauan di tempat kerja

Adanya sumber bau di sekitar tempat kerja dapat dikatakan sebagai pencemaran karena mengganggu konsentrasi bekerja. Apabila terjadi dalam jangka panjang dapat memengaruhi kepekaan penciuman. Pemakaian "Air Conditioner" yang tepat sebagai salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghilangkan bau-bauan yang mengganggu di sekitar tempat kerja.

e. Kebisingan

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak dikehendaki / disukai oleh telinga terutama terjadi dalam jangka waktu panjang dapat mengganggu ketenangan bekerja, merusak pendengaran dan menimbulkan kesalahan komunikasi bahkan dapat menyebabkan kematian. Setiap pekerjaan membutuhkan konsentrasi dalam pelaksanaannya maka suara bising sebaiknya dihindarkan sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja.

Terdapat aspek yang menentukan kualitas suatu bunyi yang dapat menentukan tingkat gangguan terhadap manusia, yaitu lamanya kebisingan, intensitas kebisingan, frekuensi kebisingan.

f. Penggunaan Warna

Penggunaan warna sangat memengaruhi gairah kerja dan semangat kerja pada tenaga kerja. Selian juga dapat memengaruhi kemampuan mata melihat objek dan memberi efek psikologis kepada tenaga kerja karena warna memiliki pengaruh besar terhadap perasaan seseorang.

g. Ruang gerak

Tata ruang kerja yang baik adalah tata ruang kerja yang dapat mencegah timbulnya gangguan keamanan dan keselamatan kerja bagi setiap tenaga kerja yang bekerja. Ruang kerja sebaiknya di tata sedemikian rupa agar memberikan rasa nyaman pada tenaga kerja. Tempat kerja yang nyaman akan lebih meningkatkan kinerja tenaga kerja.

h. Keamanan kerja

Keamanan yang diciptakan oleh setiap tempat kerja akan mewujudkan pemeliharaan tenaga kerja dengan baik. Keamanan ini dapat tercipta apabila setiap bagian yang ada di tempat kerja bekerja sama dalam menciptakan kondisi keamanan yang stabil.

Lingkungan kerja harus memenuhi syarat – syarat keamanan dari orang – orang yang memiliki niat jahat dan ruangan kerja yang aman dari aktivitas tamu dan pergerakan umum. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan tenaga Satuan Petugas Keamanan (SATPAM).

9.4 Pengendalian Faktor Lingkungan Fisik

Pengendalian Bahaya di Lingkungan Kerja

Pengendalian lingkungan kerja didasarkan pada hasil evaluasi kondisi lingkungan kerja dalam rangka menghilangkan atau mengurangi paparan terhadap potensi bahaya di lingkungan kerja. Pengendalian di lingkungan kerja dapat dilakukan melalui hierarki pengendalian.

Hierarki pengendalian bahaya di lingkungan kerja pada dasarnya berarti prioritas dalam pemilihan dan pelaksanaan pengendalian yang berhubungan dengan bahaya K3.

Adapun hierarki pengendalian tersebut dibedakan menjadi 5, yaitu:

Tabel 9.1: Hierarki Pengendalian Bahaya (OHSAS 18001, 2007)

Hierarki Pengendalian Bahaya		
Eliminasi	Eliminasi sumber bahaya	Tempat kerja/ pekerjaan aman dengan tujuan mengurangi bahaya
Substitusi	Substitusi alat/mesin/ bahan	
Kontrol teknik / Perancangan	Modifikasi/ Perancangan Alat/ Mesin/ Tempat Kerja yang lebih aman	Tenaga kerja aman dengan tujuan mengurangi paparan
Kontrol Administratif	Prosedur, aturan, pelatihan, durasi kerja, tanda bahaya, rambu, poster, label	
Alat Pelindung Diri	Alat pelindung diri tenaga kerja	



Gambar 9.1: Hierarki Pengendalian (OHSAS 18001, 2007)

Pengendalian Faktor Lingkungan Fisik

Faktor fisik merupakan faktor yang dapat memengaruhi aktivitas pekerja yang bersifat fisika yang diakibatkan oleh penggunaan mesin, peralatan, bahan, dan

kondisi lingkungan di sekitar tempat kerja yang dapat mengakibatkan penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja (Alex, S, 2010).

Pengendalian faktor fisik di lingkungan kerja meliputi iklim kerja, pencahayaan, kebisingan, getaran, gelombang radio, sinar ultraviolet, radiasi medan magnet statis dan tekanan udara.

1. Iklim kerja

Iklim kerja adalah hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas radiasi akibat dari tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat dari pekerjaannya (Permenakertrans No 13 Tahun 2011). Suhu nyaman bekerja bagi tenaga kerja Indonesia adalah 24-26°C. Suhu yang lebih dingin akan mengurangi efisiensi kerja dengan keluhan kaku dan suhu panas dapat mengganggu konsentrasi tenaga kerja, mengurangi kelincahan sehingga perlu upaya penyesuaian waktu kerja dan perlindungan yang tepat (Suma'mur, 2014).

Pengendalian dapat dibedakan menjadi 2, yaitu (Suma'mur, 2014):

a. Perancangan/Engineering Control

Salah satu upaya yang efektif dalam mengurangi pajanan lingkungan panas yang berlebihan, yaitu:

- Mengurangi produksi panas metabolik dalam tubuh.
- Otomatisasi dan mekanisme beban tugas akan meminimalisasi kebutuhan kerja fisik tenaga kerja.
- Mengurangi penyebaran panas radiasi dari permukaan benda yang panas dengan menambahkan penyekat dan perisai.
- Mengurangi meningkatnya panas konveksi dengan menambahkan kipas angin.
- Mengurangi kelembaban dengan menambahkan AC, peralatan penarik lembab.

b. Pengendalian administratif

- Periode aklimatisasi yang cukup sebelum melaksanakan beban kerja yang penuh.
- Kebutuhan akan jadwal istirahat dan rotasi tenaga kerja yang memadai guna mempersingkat pajanan.

- Ruangan dengan penyejuk udara seperti AC guna memberikan efek pendinginan kepada tenaga kerja.
- Penyediaan air minum yang cukup.

2. Pencahayaan

Cahaya adalah pancaran energi dari sebuah partikel yang dapat merangsang retina manusia dan menimbulkan sensasi visual (IESNA, 2000). Intensitas cahaya adalah jumlah rata-rata cahaya yang diterima pekerja setiap waktu pengamatan pada setiap titik dan dinyatakan dalam satuan Lux (Permenaker No. 5 Tahun 2018).

Pengendalian terhadap pencahayaan yang buruk dapat dilakukan dengan cara:

a. Perancangan/Engineering Control

- Memperbesar ukuran objek (sudut penglihatan) dengan menggunakan kaca pembesar dan layar monitor.
- Memperbesar intensitas pencahayaan.
- Menambah waktu yang diperlukan untuk melihat objek.
- Bila menggunakan pencahayaan alami, harus diperhatikan agar jalan masuknya sinar tidak terhalang.

b. Pengendalian administratif

- Pekerja malam atau pekerjaan yang membutuhkan ketelitian tinggi kita mempekerjakan tenaga kerja yang berusia relatif masih muda dan tidak menggunakan kacamata.
- Menjaga kebersihan dinding, langit-langit, lampu dan perangkatnya agar diperhatikan. Perawatan dilaksanakan minimal 2 kali dalam 1 tahun karena debu dan kotoran dapat mengganggu pencahayaan.

Pengendalian pada pencahayaan yang terlalu terang sehingga mengakibatkan kesilauan, yaitu:

a. Perancangan/Engineering Control

- Pemilihan jenis lampu yang tepat, seperti lampu neon yang kurang menyebabkan silau.
- Menempatkan sumber cahaya dengan tepat sehingga tidak mengenai bidang yang mengkilap.

- Tidak menempatkan bidang benda yang mengkilap di depan jendela yang terkena sinar matahari langsung.
 - Penggunaan alat pelapis bidang yang mengkilap.
 - Mengusahakan agar tempat kerja tidak terhalang oleh bayangan suatu benda.
 - Menggunakan kelambu/ tirai/ gordien.
- b. Pengendalian administratif
- Pencahayaan di tempat kerja tidak menimbulkan suhu ruangan panas (tidak melebihi 32°C)
 - Sumber cahaya harus dapat menghasilkan daya pencahayaan yang tetap, menyebar dan tidak berkedip.
3. Kebisingan
- Kebisingan diartikan sebagai suara yang tidak diinginkan yang dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pendengarnya yang bersumber dari aktivitas alam dan aktivitas buatan manusia seperti mesin (Marisdayana, Suhartono and Nurjazuli, 2016).
- Teknik pengendalian kebisingan sesuai dengan hierarki pengendalian potensi bahaya, yaitu:
- a. Eliminasi
- Menghilangkan sumber bising
 - Memindahkan peralatan yang menghasilkan bising ke tempat yang aktivitas tenaga kerjanya kurang.
- b. Substitusi
- Memilih peralatan dengan efek kebisingan paling rendah.
- c. Perancangan/Engineering Control
- Memilih mesin dengan intensitas kebisingan tinggi dari area tenaga kerja.
 - Memasang roda pada peralatan.
 - Menggunakan *remote control*.
 - Pemasangan barrier/peredam suara total enclosure/partial enclosure sumber kebisingan.
 - Teknik pengendalian aktif.

- d. Pengendalian administratif
 - Pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, misal 85 dB bekerja selama 8 jam, 88dB bekerja selama 4 jam.
 - Rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan dan kejenuhan.
 - Memberlakukan area terbatas.
 - e. Alat Pelindung Diri
 - *Ear plug* /sumpat telinga.
 - *Earmuff* / tutup telinga.
4. Getaran
- Getaran adalah gerakan teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukan keseimbangannya. Getaran terjadi saat mesin dijalankan dengan motor sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Anies, 2014).
- Pengendalian getaran dapat dilakukan sebagai berikut:
- a. Eliminasi
Memindahkan peralatan yang bergetar ke tempat yang aktivitas tenaga kerjanya kurang.
 - b. Substitusi
Mengganti alat / mesin yang menghasilkan getaran yang melebihi nilai ambang batas.
 - c. Perancangan/Engineering Control
 - Menggunakan peralatan kerja yang rendah intensitas getarannya.
 - Mengendalikan getaran pada sumber dengan mendesain ulang peralatan untuk memasang penyerap getaran atau peredam kejut.
 - Menggunakan *remote control*.
 - Meletakkan peralatan dengan teratur dan memelihara peralatan dengan baik.
 - Pemasangan barrier/peredam suara total *enclosure/partial enclosure* sumber getaran.
 - Menggunakan damping / peredam di antara tangan dan alat, seperti membalut pegangan alat dengan karet.

- Memasang penutup lantai yang bersifat menyerap getaran di *workstation*.
 - Teknik pengendalian aktif.
- d. Pengendalian Administratif
- Mengatur pembatasan jam kerja tenaga kerja yang disesuaikan dengan tingkat getaran pada tangan dan lengan atau seluruh tubuh.
 - Batasi tingkat getaran yang dapat dirasakan oleh tenaga kerja dengan memasang peredam getaran pada pegangan dan kursi kendaraan atau sistem *remote control*.
- e. Alat Pelindung Diri
- Alas kaki dan sarung tangan yang menyerap kejut.
5. Gelombang radio
- Gelombang radio adalah salah satu bentuk dari radiasi elektromagnetik dan terbentuk ketika objek bermuatan listrik dari gelombang osilator (gelombang pembawa) dimodulasi dengan gelombang audio pada frekuensi yang terdapat dalam frekuensi gelombang radio pada suatu spektrum elektromagnetik dan radiasi elektromagnetiknya bergerak dengan cara osilasi elektrik maupun magnetik. Pengendalian potensi bahaya dapat dilakukan dengan cara:
- a. Perancangan/Engineering Control
- Menggunakan sistem *interlocks*.
 - Pemakaian *shielding* tetap dalam desain fasilitas dan peralatan.
 - Penggunaan *remote manipulator*.
 - Penggunaan *preset timer* dalam peralatan radiografi untuk mengendalikan waktu pajanan.
 - Penyekatan (*shielding*) pada radiasi.
- b. Pengendalian administratif
- Klasifikasi daerah/area kerja dan pekerja radiasi.
 - Pemasangan tanda-tanda secara jelas.
 - Pelatihan PR untuk pekerja dan manajer.

- Prosedur kerja yang mengintegrasikan faktor waktu, jarak dan penahan.
- *Local rules* seperti pembatasan akses, persyaratan untuk memakai dosimeter alarm.
- Inventaris sumber.
- Sistem audit keselamatan radiasi.
- Penerapan tingkat investigasi.
- Pemeriksaan dan pengujian perlengkapan proteksi radiasi dan alat ukur radiasi.

6. Sinar ultra violet

Sinar ultraviolet merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang 180-400 nm yang menjadi salah satu paparan fisik di lingkungan kerja yang memiliki sumber alami dari sinar matahari dan sumber buatan dari peralatan kerja seperti peralatan las (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, 2022). Pengendalian potensi bahaya dapat dilakukan dengan cara:

- a. Eliminasi
Menghilangkan sumber radiasi sinar ultra violet.
- b. Substitusi
Mengganti sumber radiasi dengan peralatan yang memiliki intensitas radiasi lebih rendah.
- c. Perancangan/Engineering Control
 - Merancang tempat kerja dengan memberikan peralatan atau bahan tambahan untuk mengisolasi atau mengurangi intensitas sinar ultraviolet yang dikeluarkan ke lingkungan kerja.
 - Menggunakan teknologi terbaru.
- d. Pengendalian administratif
 - Sistem *shifting*.
 - *Rolling* tenaga kerja.
 - Membuat instruksi kerja aman bagi tenaga kerja yang terpapar sinar radiasi ultra violet.
 - Membatasi waktu pajanan terhadap sumber radiasi.

- Pengukuran radiasi sinar ultra violet yang dilakukan secara berkala.
- e. Alat Pelindung Diri
 - Menggunakan pelindung mata anti radiasi.
 - Menggunakan pakaian yang dapat menutup seluruh badan dari paparan sinar ultra violet.
- 7. Radiasi elektromagnetik

Radiasi elektromagnetik adalah gelombang yang dapat merambat walau tidak ada medium (Arief, 2012). Pengendalian potensi bahaya dapat dilakukan dengan cara:

 - a. Perancangan/Engineering Control
 - Menggunakan sistem *interlocks*.
 - Pemakaian *shielding* tetap dalam desain fasilitas dan peralatan.
 - Penggunaan *remote manipulator*.
 - Penggunaan *preset timer* dalam peralatan radiografi untuk mengendalikan waktu pajanan.
 - Penyekatan (*shielding*) pada radiasi.
 - b. Pengendalian administratif
 - Klasifikasi daerah/area kerja dan pekerja radiasi.
 - Pemasangan tanda-tanda secara jelas.
 - Pelatihan PR untuk pekerja dan manajer.
 - Prosedur kerja yang mengintegrasikan faktor waktu, jarak dan penahan.
 - *Local rules* seperti pembatasan akses, persyaratan untuk memakai dosimeter alarm.
 - Inventaris sumber.
 - Sistem audit keselamatan radiasi.
 - Penerapan tingkat investigasi.
 - Pemeriksaan dan pengujian perlengkapan proteksi radiasi dan alat ukur radiasi.

Bab 10

Prosedur Sanitasi

10.1 Pendahuluan

Standar Operasional Prosedur Sanitasi atau *Standard Sanitation Operational Procedure* (SSOP) adalah suatu prosedur pelaksanaan kelayakan dasar untuk melakukan pengawasan terhadap kondisi sanitasi lingkungan agar prosedur yang dihasilkan aman berkaitan dengan sarana pengolahan, sarana kebersihan, personil, dan lingkungan di suatu unit pengolahan.

Standar operasi sanitasi ini harus dipenuhi oleh produsen untuk mencegah terjadinya kontaminasi terhadap bahan pangan. Kontaminasi dapat didefinisikan sebagai pencemaran yang disebabkan oleh unsur dari luar, baik berupa benda asing maupun makhluk asing. Makhluk hidup yang sering menyebabkan pencemaran adalah mikroba, protozoa, cacing, serangga, dan tikus.

Kontaminasi bahan pangan dapat terjadi sebelum bahan pangan dipanen atau ditangkap. Setelah bahan pangan dipanen atau ditangkap, proses kontaminasi dapat berlangsung di setiap tahapan penanganan, pengolahan hingga bahan pangan dikonsumsi oleh konsumen.

Tujuan Penyusunan Standar Operasional Prosedur Sanitasi

Tujuan dari penyusunan Standar Operasional Prosedur Sanitasi atau *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) adalah sebagai berikut:

1. menjamin sistem keamanan produksi pangan;
2. memastikan mutu produk;
3. meminimalisasi kontaminasi;
4. mengembangkan budaya kerja yang dapat mengontrol sanitasi secara efektif.

Tujuan SSOP lainnya adalah agar setiap karyawan teknis maupun administrasi dari yang paling bawah sampai paling atas dapat:

1. Memahami bahwa program kebersihan dan sanitasi akan meningkatkan kualitas yaitu jika tingkat keamanan produk meningkat, dan kontaminasi mikroba menurun.
2. Mengetahui adanya peraturan *Good Manufacturing Practices* (GMP) yang mengharuskan penggunaan zat-zat tertentu yang dianggap aman dan efektif bagi program higiene dan sanitasi.
3. Mengetahui tahapan-tahapan dalam higiene dan sanitasi.
4. Mengetahui persyaratan minimum penggunaan sanitasi dengan klorin pada air pendingin (*Cooling Water*), khususnya pada industri pengolahan makanan.
5. Mengetahui adanya faktor-faktor seperti pH, suhu dan konsentrasi desinfektan yang memengaruhi hasil akhir suatu proses sanitasi.
6. Mengetahui masalah potensial yang mungkin timbul bila sanitasi tidak dijalankan dengan cukup.

Manfaat Penyusunan Standar Operasional Prosedur Sanitasi

Manfaat dari penyusunan Standar Operasional Prosedur Sanitasi atau *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) adalah sebagai berikut:

1. menjelaskan prosedur sanitasi;
2. memberikan jadwal pada prosedur sanitasi;
3. memberikan landasan program monitoring berkesinambungan;

4. mendorong perencanaan yang menjamin dilakukan koreksi bila diperlukan;
5. mengidentifikasi kecenderungan dan mencegah kembali terjadinya masalah;
6. menjamin setiap personil mengerti sanitasi;
7. memberikan sarana pelatihan yang konsisten bagi personil;
8. mendemonstrasikan komitmen kepada pembeli dan inspektur;
9. meningkatkan praktik sanitasi dan kondisi di unit usaha.

10.2 Jenis Standar Operasional Prosedur Sanitasi

Berdasarkan asal usulnya, Standar Operasional Prosedur Sanitasi atau *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) dibagi menjadi dua jenis, yaitu pertama berasal dari US FDA dan kedua berasal dari US Department of Agriculture FIS (Food Safety and Inspection Service).

1. SSOP yang berasal dari US FDA
 - a. Pemeliharaan umum
Bangunan/fasilitas fisik pabrik harus dijaga dengan cara perbaikan, pembersihan dan sanitasi yang memadai.
 - b. Bahan yang digunakan untuk pembersih/sanitasi, penyimpanan bahan berbahaya dan toksik tertib.
 - c. Pest Control (Pengendalian hama)
Cara pengendalian hama yang efektif. Pengendalian insektisida atau rodentisida yang diizinkan dan dilakukan dengan cara yang sangat hati-hati agar tidak mengontaminasi makanan atau lingkungan.
 - d. Sanitasi permukaan peralatan yang berkontak langsung dengan makanan harus dalam keadaan bersih dan secara reguler dibersihkan dan di sanitasi.

- e. Penyimpanan dan penanganan peralatan
Harus disimpan di lokasi dan bebas dari rekontaminasi ulang atau kontaminasi silang. Setiap pabrik harus dilengkapi dengan peralatan sanitasi yang meliputi: sumber air, saluran air, pembuangan sampah, fasilitas toilet, dan fasilitas cuci tangan.
 - f. Tempat pembuangan (isi perut dan kotoran)
Harus dilakukan secara tertutup rapat agar tidak menghasilkan bau-bau busuk, yang mengontaminasi udara dan kamar kerja.
2. SSOP yang berasal dari FIS
SSOP yang berasal dari FIS (Food Safety and inspection Service) memberikan petunjuk SSOP secara tertulis untuk melaksanakan petunjuk SSOP tersebut yang meliputi pelaksanaan sehari-hari yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi produk dan kemungkinan terjadinya pencampuran bahan/produk dengan bahan lain yang tidak harus ada.

Langkah Penyusunan Standar Operasional Prosedur Sanitasi

Langkah penyusunan Standar Operasional Prosedur Sanitasi atau *Sanitation Standard Operating Procedure* (SSOP) adalah sebagai berikut:

1. Langkah awal yang dilakukan adalah pengumpulan data mengenai persyaratan umum GMP, peraturan yang berlaku, pelaksanaan proses produksi, dan kegiatan perusahaan.
2. Setelah data terkumpul dan disarikan, dilakukan identifikasi masalah dengan mengacu pada hasil penilaian penerapan GMP pada sarana pengolahan.
3. SSOP dan daftar isian disusun berdasarkan hasil identifikasi tersebut.
4. Sebagai sarana/ alat untuk verifikasi SSOP, akan disusun checklist/ atau daftar isian yang mencerminkan/ menggambarkan sejauh mana realisasi dari SSOP telah dipatuhi atau dilakukan.
5. Kemudian akan dilakukan *Focus Group Discussion* (FGD) untuk membahas dan menguji draf SSOP dan daftar isian yang telah disusun. FGD adalah metode kualitatif dalam pengumpulan data; merupakan diskusi kelompok yang beranggotakan 6-10 orang,

dengan bimbingan seorang fasilitator, di mana semua anggota dapat berbicara mengenai sebuah topik dengan bebas dan spontan. Hasil FGD akan menjadi acuan untuk perbaikan SSOP.

6. Setelah dilakukan revisi berdasarkan hasil FGD, maka akan dilakukan uji coba penerapan SSOP terhadap proses produksi di sebuah perusahaan.
7. Kemudian akan dilakukan penyesuaian dalam SSOP dan atau daftar isian pendukung SSOP agar lebih mudah diterapkan dengan lebih efektif.

10.3 Prinsip dan Persyaratan Standar Operasional Prosedur Sanitasi

Prinsip-prinsip dan syarat minimal yang harus dipenuhi oleh perusahaan dalam proses penyusunan SSOP ada delapan kunci pokok, antara lain yaitu:

1. keamanan air;
2. kondisi dan kebersihan permukaan yang kontak dengan bahan pangan;
3. pencegahan kontaminasi silang;
4. menjaga fasilitas pencuci tangan, sanitasi, dan toilet;
5. proteksi dari bahan-bahan kontaminan;
6. pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan toksin yang benar;
7. kesehatan karyawan;
8. pengendalian hama.

Keamanan Air

Air merupakan komponen yang sangat penting peranannya dalam industri pangan. Di antaranya sebagai bagian dari komposisi, untuk mencuci produk, untuk membuat es atau glazing, untuk mencuci peralatan dan sarana lainnya, untuk minum dan sebagainya.

Keamanan pasokan air yang akan kontak dengan produk pangan dan yang kontak langsung dengan permukaan peralatan sangat mutlak dan penting untuk dijaga secara konsisten dan efisien. Terutama air yang digunakan untuk produksi pangan atau es. Perlu dijaga agar tidak ada hubungan silang antara air bersih dan air tidak bersih. Pipa dari saluran air harus teridentifikasi dengan jelas antara air bersih dan air tidak bersih.

Air dapat membersihkan kontaminasi dari bahan pangan, namun air yang tidak bersih dapat menyebabkan kontaminasi pada bahan pangan. Air sebagai media pembersih harus bersih. Adapun yang dimaksud dengan air bersih adalah air yang bebas dari mikroba patogen dan sumber pencemar lainnya. Industri pangan juga membutuhkan es untuk menurunkan suhu.

Hal ini disebabkan karena bahan baku pangan relatif mudah mengalami proses penurunan mutu. Sebagai bahan baku dalam proses pembuatan es atau sebagai bahan baku pangan, air harus bebas dari *coliform* atau sumber pencemar lainnya. Sumber air bagi industri pangan dapat berasal dari Perusahaan Air Minum (PAM), sumur, atau air laut. Untuk menjamin kebersihan air tersebut, perlu dilakukan monitoring secara berkala setiap 6 (enam) bulan.

Kondisi dan Kebersihan Permukaan yang Kontak dengan Bahan Pangan

Peralatan dan pakaian kerja yang digunakan oleh pekerja dalam menangani atau mengolah bahan pangan dapat menjadi sumber kontaminasi. Peralatan yang kontak langsung dengan bahan atau produk pangan harus mudah dibersihkan, tahan karat (korosi), tidak merusak, dan tidak bereaksi dengan bahan pangan.

Peralatan harus dicuci dengan air hangat untuk menghilangkan lapisan lemak dan kemudian bilas dengan air bersih. Setelah kering, lanjutkan dengan proses sterilisasi. Untuk proses sterilisasi peralatan dapat digunakan air dengan kandungan klorin berkisar 100 – 150 ppm.

Untuk mencegah terjadinya kontaminasi ulang, peralatan yang sudah dicuci harus ditiriskan dan disimpan di tempat yang bersih. Peralatan yang digunakan untuk membersihkan peralatan pengolah dan mendesinfeksi, sebaiknya tersedia dalam jumlah yang memadai. Forklift dan peralatan yang digunakan untuk memindahkan bahan pangan harus dijaga kebersihannya setiap saat.

Berbagai bahan yang digunakan sebagai pelumas peralatan atau mesin pengolah dan berbagai bahan kimia untuk membersihkan dan mendesinfeksi harus diberi label yang jelas. Hal ini untuk mencegah terjadinya kesalahan

dalam penggunaan. Pakaian kerja yang digunakan dalam industri pangan harus dijamin kebersihannya. Pakaian kerja meliputi sepatu boot, jas kerja, sarung tangan, masker, dan tutup rambut.

Agar terjamin kebersihannya, pakaian kerja harus dicuci setiap hari oleh perusahaan/industri. Pakaian kerja yang telah dicuci, disimpan di tempat bersih. Sepatu dicuci dan disikat sampai bersih. Air yang digunakan untuk mencuci sepatu adalah air yang mengandung klorin berkadar 150 ppm.

Pencegahan Kontaminasi Silang

Kontaminasi silang adalah kontaminasi yang terjadi karena adanya kontak langsung atau tidak langsung antara bahan pangan yang sudah bersih dengan bahan pangan yang masih kotor. Kontaminasi silang dapat terjadi dalam industri pangan.

Beberapa faktor yang memengaruhi terjadinya proses kontaminasi silang adalah:

1. konstruksi, desain, dan layout pabrik pangan;
2. kebersihan karyawan;
3. aktivitas dan perilaku karyawan;
4. pisahkan antara bahan baku dengan produk pangan;
5. kondisi sanitasi ruang kerja dan peralatan yang digunakan;
6. penyimpanan dan peralatan bahan pengemas;
7. cara penyimpanan dan kondisi ruang penyimpanan produk;
8. penanganan limbah.

Menjaga Fasilitas Pencuci Tangan, Sanitasi, dan Toilet

Kondisi fasilitas cuci tangan, kondisi fasilitas sanitasi tangan, dan kondisi fasilitas toilet menjadi hal yang sangat penting untuk mencegah terjadinya kontaminasi terhadap proses produksi pangan. Kontaminasi akibat kondisi fasilitas-fasilitas tersebut pada umumnya bersifat fatal, karena diakibatkan oleh bakteri-bakteri patogen.

Toilet adalah tempat karyawan buang air, dengan demikian harus selalu bersih. Toilet harus dilengkapi dengan sabun, tisu, dan tempat sampah. Ventilasi toilet harus diatur sedemikian rupa agar tidak mencemari bahan pangan. Pintu toilet harus tidak menyerap air dan bersifat anti karat. Kebersihan toilet juga harus selalu terjaga.

Tempat untuk karyawan mencuci tangan harus tersedia dalam jumlah yang memadai dan ditempatkan pada tempat yang mudah dijangkau. Tempat cuci tangan biasanya terletak di sekitar toilet, pintu masuk, atau di sekitar tempat cuci kaki. Tempat cuci tangan harus dilengkapi dengan sarana pembersih tangan dan pengering. Bahan yang digunakan sebagai pembersih tangan harus bahan yang tidak memiliki bau agar tidak mencemari bahan pangan yang dihasilkan.

Tempat untuk mencuci tangan berikutnya dapat berupa wadah berisi air yang telah ditambahkan senyawa klorin sebagai anti mikroba. Konsentrasi senyawa klorin yang digunakan sebagai senyawa anti mikroba adalah 50 ppm. Tempat untuk mencuci tangan dilengkapi dengan peralatan pengering (hand drying). Tempat untuk mencuci tangan juga dapat dilengkapi dengan tisu untuk mengeringkan tangan atau bagian tubuh lainnya.

Proteksi Dari Bahan-Bahan Kontaminan

Jenis bahan kimia pembersih dan sanitizer yang digunakan dalam industri pangan harus sesuai persyaratan yang digunakan. Bahan kimia harus mampu mengendalikan pertumbuhan bakteri (anti mikroba). Senyawa anti mikroba adalah senyawa kimia yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroba.

Anti mikroba dapat dikelompokkan menjadi antiseptik dan desinfektan. Antiseptik adalah pembunuh mikroba dengan daya rendah dan biasanya digunakan pada kulit, misal alkohol dan detergen. Desinfektan adalah senyawa kimia yang dapat membunuh mikroba dan biasanya digunakan untuk membersihkan meja, lantai, dan peralatan.

Contoh, desinfektan yang digunakan adalah senyawa klorin, hipoklorit, dan tembaga sulfat. Bahan kimia yang umum digunakan sebagai pembersih atau sanitizer dalam industri pangan biasanya mengandung klorin sebagai bahan aktif. Bahan kimia yang digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroba disebut bahan pengawet (preservatif).

Pelabelan, Penggunaan, dan Penyimpanan Bahan Toksin yang Benar

1. Pelabelan bahan beracun

Mencegah kesalahan dalam penggunaan bahan kimia untuk pembersih dan sanitasi harus diberi label secara jelas. Pemberian label yang kurang jelas memungkinkan terjadinya kesalahan penggunaan.

Pemberian label untuk bahan beracun dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu pelabelan pada wadah asli dan wadah yang isinya akan segera digunakan. Label pada wadah asli harus memperlihatkan nama bahan atau larutan, nama dan alamat produsen, nomor register, dan instruksi cara penggunaan secara benar. Label pada wadah bahan kimia yang siap digunakan harus tertera secara jelas memperlihatkan nama bahan atau larutan dan instruksi cara penggunaan secara benar.

2. Penggunaan bahan beracun

Penggunaan bahan kimia beracun, pembersih, dan sanitasi dalam industri pangan harus disesuaikan dengan petunjuk dan persyaratan pabrik. Prosedur penggunaan bahan beracun harus dapat mencegah pencemaran pada bahan pangan

3. Penyimpanan bahan beracun

Bahan kimia pembersih harus disimpan di tempat yang khusus dan terpisah dari bahan lainnya. Demikian pula dengan bahan kimia untuk sanitasi. Bahan beracun harus disimpan di ruang dengan akses terbatas.

Hanya karyawan yang diberi kewenangan dapat memasuki ruangan penyimpanan tersebut. Pisahkan bahan kimia yang digunakan untuk pangan dan non pangan. Jauhkan dari peralatan dan benda lain yang kontak dengan bahan pangan.

4. Kesehatan karyawan

Kondisi kesehatan setiap karyawan yang bekerja harus selalu dimonitor oleh pihak perusahaan. Karyawan yang menderita sakit dan diduga dapat mencemari bahan atau produk pangan dilarang bekerja di unit penanganan atau pengolahan. Jenis penyakit yang dapat menjadi pencemar dan mengontaminasi bahan dan produk pangan, antara lain batuk, flu, diare, dan penyakit kulit.

Pekerja yang mengalami luka pada telapak tangan juga harus dilarang bekerja di unit penanganan dan pengolahan. Rambut pekerja sebaiknya dipotong pendek agar tidak mencemari produk pangan. Apabila tidak dipotong, sebaiknya menggunakan topi pelindung.

Rambut yang tidak tertutup dapat menjadi sumber mikroba pencemar.

5. Pengendalian hama

Hama harus dicegah agar tidak masuk ke unit penanganan atau pengolahan. Hama dapat mencemari bahan pangan dengan kotoran maupun potongan tubuhnya. Hama juga dapat menjadi hewan perantara bagi mikroba pencemar. *Rodentia* pembawa *Salmonella* dan *parasit*. Lalat dan kecoak merupakan serangga pembawa *Staphylococcus*, *Shigella*, *Clostridium perfringens*, dan *Clostridium botulinum*. Sedangkan, burung pembawa *Salmonella* dan *Listeria*.

Bahan pangan pada kelompok biji-bijian, serangga menyimpan telurnya di dalam biji dan menutup lubang tersebut dengan lapisan khusus untuk melindungi telurnya dari kemungkinan gangguan. Setelah telur menetas menjadi larva, maka larva akan memakan biji tersebut dari bagian dalam. Setelah dewasa, serangga tersebut meninggalkan biji yang telah berongga.

Pada produk ikan asin, serangga meletakkan telur-telurnya selama proses penjemuran. Apabila keadaan telah memungkinkan, telur-telur akan menetas. Larva yang lahir akan memperoleh makanan dari sekelilingnya. Setelah dewasa dan bermetamorfosis, serangga akan terbang dengan meninggalkan lubang-lubang pada permukaan ikan asin.

Untuk mengatasi serangan hama, sebaiknya disiapkan program pemusnahan hama secara berkala. Fumigasi merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk mengatasi serangan hama di gudang penyimpanan.

Bab 11

Pembersihan dan Sanitasi Ruang Serta Peralatan

11.1 Pendahuluan

Pembersihan dan sanitasi merupakan hal yang sangat vital bagi semua kegiatan industri, pemeliharaan gedung, institusi, rumah sakit dan industri pengolahan makanan dan kegiatan lainnya. Pembersihan adalah upaya menghilangkan kotoran dari permukaan benda. Kotoran dapat dideskripsikan sebagai materi yang tidak pada tempatnya. Kotoran, sampah dan penyakit berada bersamaan sehingga menghilangkannya merupakan definisi dari pembersihan, jadi diartikan juga sebagai bagian dari ilmu sanitasi.

Penggunaan air saja tidak cukup untuk membersihkan kotoran secara sempurna karena hanya sedikit dari permukaan yang dapat dibersihkan. Umumnya untuk menghilangkan kotoran dengan menambahkan bahan ke dalam air untuk memberikan efek pembersihan yang sempurna.

Secara umum pembersihan dapat dilakukan dengan tangan, dengan cara mengusap dan menggosok objeknya atau dengan kekuatan alat pembersih lainnya. Pembersihan cara ini menggunakan air dan objek dalam kondisi basah sehingga kotoran dapat dihilangkan.

Pembersihan dapat juga dilakukan dengan penambahan bahan kimia pada air, secara fisik bahan kimia akan meluruhkan kotoran pada permukaan. Sementara ini cara tersebut masih menjadi metode pembersihan yang dipilih.

Pembersihan dengan cara kimia atau saponifikasi memiliki keterbatasan khususnya pembersihan buah, sayuran dan kotoran yang berlemak. Proses ini membutuhkan konsentrasi larutan yang tinggi, temperatur yang tinggi, pajanan yang panjang untuk bereaksi dalam mengurangi kotoran lemak dan minyak, sehingga kotoran bisa dihilangkan dengan sabun dan air. Metode ini bukanlah hal yang memuaskan untuk menghilangkan sebagian besar kotoran anorganik, minyak dan lemak serta material lainnya.

Bahan kimia seperti soda api sering digunakan untuk membersihkan lemak. Bahaya dari menggunakan soda api bagi pekerja dapat menyebabkan korosif bagi logam dan umumnya tidak efektif dan efisien, batas wajar dari pengaplikasian tersebut hanya dapat digunakan pada pembersihan objek tertentu saja.

11.2 Pembersihan Ruang

Pembersihan ruangan adalah proses menghilangkan noda dan partikel debu dari bahan dan permukaan benda dengan bantuan peralatan pembersih dan agen pembersih tertentu. Peralatan pembersih terdiri dari dua jenis: yaitu manual dan mekanis. Peralatan manual adalah peralatan yang digunakan oleh pembantu rumah tangga dengan tangan mereka sendiri dan bukan oleh listrik, bensin, atau gas sehingga energi pekerja memengaruhi standar kebersihan diperlukan dari peralatan serta pengetahuan pekerja. Peralatan pembersihan manual dikategorikan sebagai Kuas dan sapu, Pel dan kain pembersih, Wadah, dan peralatan lain-lain.

Peralatan kebersihan, baik manual maupun elektrik keduanya banyak digunakan di semua bidang industri perhotelan yaitu hotel, maskapai penerbangan, rumah sakit, resor, hotel, motel, kantor manajemen, perusahaan multinasional dan sebagainya. Jadi, sekarang dapat dipahami bahwa peralatan yang membantu dalam pembersihan disebut peralatan pembersihan.

Sejauh tren dan perkembangan terbaru terkait dengan peralatan pembersihan, ada serangkaian peralatan manual yang digunakan sekarang di industri perhotelan untuk pembersihan yang efisien seperti ember, mangkuk dan

baskom, pengki, tempat sampah, baki aplikator semir, sikat dan sapu, pel kering, pel basah dan penyapu kotak sedangkan sejauh peralatan pembersih mekanis yang bersangkutan ada mesin seperti penyedot debu, mesin scrubbing, mesin keramas karpet, mesin ekstraksi air panas dan sebagainya (Chatterjee, 2022).



Gambar 11.1: Peralatan Pembersih Manual dan Mekanik (Chatterjee, 2022)

11.3 Pembersihan Peralatan

Pembersihan Peralatan Industri Makanan

Pembersihan peralatan adalah penghilangan total kotoran menggunakan bahan kimia detergen yang sesuai di bawah kondisi yang direkomendasikan. Penting bagi pekerja yang terlibat memiliki pemahaman kerja tentang sifat dari berbagai jenis bahan kimia penghilang kotoran.

Tabel di bawah ini memuat tipe kandungan bahan pangan dan pembersihan yang direkomendasikan:

Tabel 11.1: Tipe Kandungan Bahan Pangan Dan Pembersihan Yang Direkomendasikan

Tipe Kandungan Pangan	Kelarutan	Perubahan Akibat Panas	Pembersih Yang Di Rekomendasikan
Lemak	Tidak larut dalam air	Dekomposisi dan polimerisasi: susah untuk di bersihkan	An ionik atau nonionik deterjen
Protein	Tidak larut dalam air, basa dan sedikit larutan asam	Denaturasi: lebih sulit untuk di bersihkan	Deterjen yang sangat alkalin, mengandung ortho dan metasilicates
Mineral	Kelarutan dalam air berbeda, kebanyakan larut dalam asam	Kecuali bereaksi dengan komponen lain, umumnya mudah untuk dibersihkan	Deterjen asam yang mengandung agen <i>chelating</i>
Biofilm	Kelarutan dalam air berbeda, tergantung pada tahap pembentukan	Hancur dalam banyak kasus	Larutan terklorinasi, tergantung mikroorganismenya dan tahap pembentukan

Sumber: Troller, 1993

Seluruh peralatan dan mesin sebaiknya harus dibersihkan segera setelah digunakan. Pembersihan dilakukan melalui empat tahap yaitu pencucian pendahuluan, pembersihan, pencucian akhir (pembilasan) dan proses sanitasi alat. Proses sanitasi alat dapat dilakukan dengan radiasi atau zat-zat kimia dan panas (uap air panas, udara panas). Peralatan pembersihan meliputi sikat, dan alat pembersihan bertekanan tinggi. Sistem pembersihan di tempat dengan memperhatikan faktor suhu, waktu, konsentrasi, bahan pembersih, dan kecepatan.

Pekerja dan peralatan makanan pada industri makanan memiliki potensi risiko sebagai sumber potensial kontaminasi makanan. Banyak perusahaan makanan mempekerjakan karyawan dan memiliki beragam peralatan produksi dan peralatan yang digunakan untuk membuat produk. Penting untuk menjadi perhatian baik orang maupun peralatan dapat menjadi sumber potensial kontaminan makanan, dan setelah mempertimbangkan risiko ini, kembangkan prosedur untuk memastikan agar karyawan dan peralatan yang digunakan untuk membuat produk makanan tidak menjadi sumber patogen atau bahaya lain yang dapat membuat makanan tidak aman (Ramaswamy et al., 2019).

Peralatan produksi bisa sangat besar dan kompleks, dengan banyak pemindahan suku cadang dan elektronik. Saat membeli peralatan baru atau memperbaiki atau mengganti perangkat yang lebih tua, penting untuk mempertimbangkan desain peralatan dan konstruksi bahan untuk memastikan bahwa perangkat dapat dibersihkan dan disanitasi secara efektif.

Frekuensi sanitasi, serta jadwal pemeliharaan preventif, harus dikembangkan untuk memaksimalkan umur peralatan dan untuk memastikan bahwa makanan tidak terkontaminasi melalui proses produksi.

Kontrol pencegahan sanitasi (Sanitation Preventive controls), adalah praktik dan kebijakan yang mencakup pembersihan dan sanitasi permukaan kontak makanan, mencegah kontaminasi silang mikroba dan kimia, dan pemantauan patogen lingkungan (Martin, 2014).

Pembersihan Peralatan Dan Ruang Operasi

Pembersihan peralatan pada ruang operasi merupakan hal yang penting untuk menghindari kontaminasi alat pada saat operasi begitu juga halnya dengan kamar operasi. Pada kamar operasi Semua permukaan datar (misalnya, furnitur, lampu bedah, dan peralatan) harus dibersihkan dari debu dengan jenis desinfektan yang aman dan terdaftar. sebelum dilakukannya pembersihan sesuai jadwal harian.

Menurut standar AORN (The Association of Operative Registered Nurses), lingkungan umum ruang operasi harus dibersihkan secara rutin untuk memastikan pengurangan jumlah debu, puing-puing organik, dan mikroba di lingkungan ruang operasi. Ruang operasi perlu dibersihkan secara rutin setelah setiap prosedur bedah dan mereka harus dibersihkan pada jadwal harian (Magerl, 2008).

Semua peralatan dari luar ruang operasi harus dibasahi sebelum memasuki ruang operasi. Praktik ini akan mengurangi kemungkinan penularan kontaminan melalui rute udara, dan kemungkinan kontaminasi tersentuhnya peralatan oleh staf dan pasien (Noya, Endah and Joko, 2020).

11.4 Sanitasi Ruang

Sanitasi adalah upaya kesehatan preventif yang menitikberatkan kegiatannya pada upaya kesehatan perorangan dan usaha pribadi bagi kehidupan manusia, definisi ini menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Lingkungan Kerja. Penyelenggaraan sanitasi di lingkungan kerja berpedoman pada Peraturan tersebut yang meliputi Bangunan Tempat Kerja, Sarana Kebersihan, Kebutuhan Udara, dan Tata Ruang Rumah Tangga.

Sanitasi harus diterapkan pada setiap bangunan tempat kerja. Bangunan tempat kerja adalah bagian dari tempat kerja yang berupa gedung atau bangunan lain, bangunan pelengkap, halaman dan jalan, jembatan, atau bangunan lain yang merupakan bagian dari tempat kerja dan berada dalam batas-batas halaman perusahaan. Penerapan sanitasi pada bangunan tempat kerja meliputi pekarangan, bangunan gedung dan bangunan bawah tanah (Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia, 2018).

Sanitasi Ruang Operasi

Ketentuan dalam ruang operasi selain pembersihan peralatan, sanitasi ruang operasi juga menjadi perhatian khusus dalam mencegah kontaminasi. Sanitasi ruang operasi harus melibatkan inspeksi visual dan pembersihan tempat dari kontaminasi yang terlihat. Tidak ada rekomendasi untuk desinfeksi tingkat tinggi untuk lingkungan permukaan.

Dinding, pintu, lampu bedah, dan langit-langit harus dibersihkan segera jika kotor dengan darah, jaringan atau cairan tubuh. Area lantai yang terlihat kotor harus dibersihkan menggunakan pel yang baru dicuci dan pembunuh bakteri khusus rumah sakit yang terdaftar (Khabbaz, 2019).

Pembersihan lantai ruangan dengan alat pel, kepala alat pel harus dicelupkan ke dalam larutan hanya ketika pel bersih dan sebelum mengepel, kecuali larutan pembunuh kuman diubah setelah penggunaan. Pel yang kotor atau yang sudah digunakan tidak boleh dicelupkan kembali ke dalam larutan. Jika lantai sangat terkontaminasi maka pencelupan ulang diperlukan, larutan pembersih perlu diganti yang baru setelah digunakan.

Praktik membersihkan lantai berguna untuk menghilangkan tanah, kotoran organik, dan debu. Khusus pada akhir prosedur pembersihan lantai, tiga hingga empat kaki pada pinggir di sekitar bidang bedah harus dibersihkan hanya jika lantai terlihat kotor. Pembersihan lantai yang lebih luas seharusnya hanya terjadi pada area di mana lantai terlihat kotor, tempat tidur juga harus dipindahkan untuk memeriksa barang-barang seperti spons dan instrumen operasi yang mungkin jatuh ke dalam ruang-ruang terbuka di bawah tempat tidur .

Sanitasi Peralatan

Penting untuk membedakan dan mendefinisikan beberapa terminologi dari sanitasi peralatan, berikut ini sterilisasi untuk sanitasi peralatan:

1. Sterilisasi mengacu pada penghancuran bakteri dan penghapusan semua organisme hidup.
2. Disinfeksi mengacu pada benda mati dan penghancuran semua sel vegetatif (bukan spora).
3. Sanitasi mengacu pada pengurangan mikroorganisme ke tingkat yang dianggap aman dari sudut pandang kesehatan masyarakat.

Secara umum sanitasi terbagi dari dua tipe:

1. Sanitasi Termal melibatkan penggunaan panas air atau uap untuk suhu tertentu dan waktu kontak.
2. Sanitasi Kimia melibatkan penggunaan pembersih kimia yang disetujui pada yang ditentukan konsentrasi dan waktu kontak.

Pembersihan dan sanitasi peralatan dapat dilakukan dengan tangan atau menggunakan peralatan dan perangkat (Holah 2003). Pembersihan dan sanitasi manual tidak digunakan saat menangani peralatan dengan jumlah besar, produktivitas tinggi, dan pabrik pengolahan makanan yang sangat otomatis.

Untuk pembersihan lanjutan dan prosedur sanitasi yang melibatkan peralatan mekanis, bahan kimia yang digunakan dalam pembersihan dan sanitasi biasanya menggunakan busa dan gel, bertekanan uap (tekanan rendah), pancaran air (tekanan rendah atau tinggi), sikat penggosok listrik, dll. Metode ini memiliki bidang aplikasi masing-masing dan telah didokumentasikan dengan baik.

Cleaning-in-Place (CIP) adalah salah satu protokol yang sangat otomatis ini. Pembersihan dan sanitasi di CIP dilakukan di dalam peralatan dalam bentuk rakitan selama sirkulasi/resirkulasi air bilasan, larutan pencuci dan larutan sanitasi (Schmidt, 1997; Parkinson, 2012; Wang et al. 2016).

Tabel 11.2: Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Macam Larutan Pembersih (Troller,1993)(Holah, 2003)

Senyawa	Kelebihan	Kekurangan
Hipoklorit	Spektrum Luas Murah Mudah digunakan	Korosi dan oksidasi lemak Kemungkinan perubahan warna Tidak aktif oleh bahan organik Bau dan iritasi kulit
Quaternary ammonium sanitizers	Tidak korosif Tidak mengiritasi Tidak berasa/berbau	Tidak efektif melawan bakteri Gram negatif dan kemungkinan menjadi resistensi Pembentukan film

Iodophors	Tidak korosif Mudah digunakan Tidak menyebabkan iritasi Spektrum aktivitas yang luas	Berasa/berbau Membentuk senyawa ungu dengan pati kentang Agak mahal
Percetic acid	Spektrum aktivitas yang luas sangat efektif melawan spora	Berbahaya untuk digunakan Biasanya terbatas pada CIP, suhu dingin dan lingkungan CO ₂
Acid-anionics	Spektrum aktivitas yang luas terhadap sel vegetatif Toksitas rendah untuk mamalia	Efektif pada tingkat pH yang sangat rendah (1,9–2,5), karenanya korosif

Dalam memilih senyawa pembersih, banyak faktor yang saling terkait yang terlibat, termasuk: kualitas air yang tersedia, suhu, jenis dan jumlah tanah di permukaan, permukaan yang akan dibersihkan, sifat fisik senyawa pembersih (cair atau bubuk); metode pembersihan (berbusa, pembersihan di tempat, perendaman, pembersihan manual); ekonomis; dan waktu tersedia.

Mesin / peralatan yang memenuhi persyaratan sanitasi adalah memiliki konstruksi sedemikian rupa sehingga mudah dibersihkan dan tidak berpengaruh negatif terhadap produk serta tahan terhadap bahan pembersih.

Tipe Konstruksi Peralatan yang memenuhi persyaratan sanitasi seperti tabung baja dan besi siku memiliki perbedaan, di mana konstruksi peralatan tabung baja mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan besi siku yaitu:

1. kuat;
2. tidak ada permukaan yang menonjol untuk memungkinkan uap partikel dan kotoran tertinggal;
3. air dan cairan mengalir dengan baik dan korosi seminimal mungkin;
4. pembersihan mudah dilakukan.

Ketentuan umum dalam konstruksi peralatan adalah sebagai berikut:

1. Sambungan harus halus, rata tanpa kerut dan retak.
2. *Dead ends* terdiri dari pipa tertutup atau rongga yang akan menampung hasil akhir secara teratur.
3. Peralatan dengan penutup yang berhubungan dengan bahan atau cairan seperti pompa atau *finisher* mudah dibuka untuk dibersihkan.
4. Mesin dengan rangka padat ditempatkan pada fondasi yang kuat dan tertutup serta ditempatkan tinggi di atas lantai sehingga mudah dibersihkan.

5. Sudut pada peralatan melengkung (tidak membuat sudut mati) sehingga mudah dibersihkan.
6. Semua peralatan untuk membawa, menempatkan dan mempersiapkan produk harus ditutup untuk mencegah pencemaran dan tutup mudah dibuka / dipindahkan sehingga mudah dibersihkan.
7. Penempatan motor cukup tinggi sehingga mudah dibersihkan dan ditempatkan sedemikian rupa sehingga minyak dan oli tidak jatuh ke produk.
8. Meja persiapan harus dapat dikeringkan dengan baik
9. Tudung cerobong dipersiapkan cukup untuk mengeluarkan gas-gas dari bangunan.
10. Keran/katup mudah di buka untuk pembersihan.
11. Rangkaian pipa sanitasi dibuat dari bahan tidak mudah berkarat dan mudah dibongkar untuk dicuci dan diamati (Moerman, Holah and Steenaard, 2014).

Sanitasi ruang dan peralatan dalam semua aktivitas yang melibatkan tenaga kerja, alat dan objek lainnya harus menjadi perhatian khusus dalam bekerja karena sangat berkaitan dengan kesehatan masyarakat dan keselamatan kerja. Pemenuhan persyaratan alat pembersih, bahan kimia sebagai desinfektan, persyaratan jenis bahan baku alat dan bentuknya juga menjadi perhatian khusus karena untuk menghindarkan korosif dan memudahkan proses pembersihan dan sanitasi.

Penjelasan dalam buku ini tentang pembersihan sanitasi ruang dan peralatan dapat menambah informasi bagi pembaca dalam wawasan keilmuan kesehatan dan keselamatan kerja.

Bab 12

Pengawasan Sanitasi dan Higiene

12.1 Pendahuluan

Berbagai isu yang terjadi pada pencapaian derajat kesehatan masyarakat yang optimal. Salah satu di antaranya yaitu lingkungan yang perilaku manusia. Kedua faktor ini merupakan faktor yang paling dominan yang memengaruhi derajat kesehatan masyarakat, menurut teori Hendrik L Blum (Hulu et al., 2020).

Lingkungan yang menjadi faktor pendukung bagi masyarakat untuk memperoleh kesehatan yang optimal. Sebagai contoh lingkungan yang di sekitar masyarakat yang terintegrasi dengan kehidupan sehari-hari yaitu antara lain pasar, kantor, tempat perbelanjaan, tempat makan atau terminal, dan juga termasuk lingkungan rumah tentunya.

Selain lingkungan rumah, kelima tempat tersebut adalah termasuk tempat-tempat umum yang ada dan punya integrasi langsung dengan kehidupan sehari-hari masyarakat. Faktor yang kedua yaitu permasalahan tentang perilaku higiene masyarakat yang juga berkontribusi dalam sehat dan sakitnya individu atau masyarakat. Yang termasuk dalam perilaku higiene ini yaitu yang termasuk pada kegiatan yang menyangkut kebersihan diri.

Oleh karena itu kedua faktor tersebut perlu dikendalikan yaitu dengan cara pengawasan secara rutin dan berbasis risiko terhadap lingkungan dan perilaku higiene masyarakat. Dengan kata lain yaitu perlunya pengawasan sanitasi lingkungan dan higiene perorangan atau yang disingkat pengawasan sanitasi dan higiene.

Dalam buku ini, dibahas tentang kegiatan pengawasan sanitasi dan higiene di tempat-tempat umum. Oleh karena itu, kegiatan pengawasan sanitasi dan higiene ini merupakan serangkaian kegiatan pengendalian terhadap tempat-tempat umum yang dilaksanakan secara objektif dan profesional dan berdasarkan standar yang berlaku.

Pengawasan sanitasi dan higiene ini mengandung tiga kata utama yaitu pengawasan, sanitasi dan higiene. Bila dilihat dari arti kata pengawasan, yaitu berarti serangkaian kegiatan untuk menghimpun, mengolah data atau bukti yang dilaksanakan secara objektif dan profesional yang didasarkan atas standar dan untuk kemudian diuji tingkat kepatuhan pemenuhan kewajibannya.

Sedangkan, arti kata Sanitasi yaitu sebagai upaya-upaya yang dilakukan untuk memutuskan mata rantai penularan penyakit. Dalam konsep kesehatan masyarakat, upaya pemutusan mata rantai penyakit ini lebih ditekankan pada upaya-upaya ke arah mencegah dan peningkatan mutu lingkungan masyarakat. Upaya-upaya pencegahan dinilai lebih efektif untuk meningkatkan kualitas lingkungan. Berkaitan dengan kata higiene, ini diartikan sebagai upaya-upaya untuk memelihara dan mempromosikan kesehatan.

Dengan demikian, pengawasan sanitasi dan higiene merupakan serangkaian upaya yang dilakukan untuk memutus mata rantai penularan penyakit melalui peningkatan kualitas lingkungan, memelihara dan mempromosikan kesehatan perorangan.

Untuk menjamin pelaksanaan pengawasan sanitasi dan higiene, Pemerintah Republik Indonesia telah menetapkan Undang-undang Nomor 32 tahun 2009 tentang per lingkungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Tentunya untuk pelaksanaan dari undang-undang tersebut dijabarkan lebih lanjut ke dalam peraturan daerah.

Maksud Tujuan Pengawasan Sanitasi dan Higiene

Seperti dijelaskan diatas bahwa kegiatan pengawasan sanitasi dan higiene dimaksudkan untuk menjamin keamanan tempat-tempat umum bagi masyarakat di Indonesia. Dengan demikian kegiatan yang dihasilkan dari pengawasan sanitasi dan higiene ini adalah untuk perlindungan, pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan masyarakat secara optimal dari tempat-tempat umum.

Lebih lanjut bahwa tujuan dari pengawasan sanitasi dan higiene ini yaitu untuk meningkatkan pelayanan kesehatan melalui adanya keteraturan, kebersihan dari tempat-tempat umum.

Ruang Lingkup Pengawasan Sanitasi dan Higiene

Upaya pengawasan sanitasi dan higiene yang menjamin kesehatan masyarakat secara optimal, telah ditetapkan ruang lingkupnya. Secara umum, sebagai tempat umum perlu mempunyai fasilitas yang memenuhi syarat kesehatan, termasuk bangunannya, pencahayaan, ventilasi, dan kelembaban udaranya.

Adapun ruang lingkup sarana tempat-tempat umum yang tercakup dalam program pengawasan sanitasi dan higiene yaitu:

Tabel 12.1: Ruang Lingkup Pengawasan Sanitasi dan Higiene

No	Kategori Sarana	Jenis Sarana
1	Perkantoran	Kantor pemerintahan dan swasta, bank pemerintah dan swasta
2	Sosial	Tempat ibadah, rumah sakit, klinik bersalin, sekolah, pasar, apotek, asrama dan incenerator
3	Wisata	Hotel, penginapan, losmen, motel, mess, kolam renang, pemandian umum, bar, restoran, rumah makan, jasa boga, bioskop, tempat hiburan, bilyard dan tempat bersejarah.
4	Perhubungan	Terminal angkutan umum, terminal angkutan udara, dan stasiun kereta api
5	Komersial	Tempat pemangkas rambut, salon kecantikan, panti pijat urut tradisional, panti pijat urut modern, klinik kesegaran jasmani, tempat industri rumah tangga pangan, depot air minum, tempat pengolahan dan penyimpanan pestisida dan pergudangan.
6	Lain-Lain	BUMN, BUMD, PDAM dan perusahaan swasta lainnya

12.2 Bentuk Pengawasan Sanitasi dan Higiene

Penjabaran dari Undang-Undang No. 39 Tahun 2009 tentang Perlingkungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sudah dijabarkan ke dalam peraturan daerah di seluruh Indonesia. Di mana para Pimpinan daerah seperti Bupati yang dalam hal ini dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten mempunyai tugas untuk melakukan pengawasan sanitasi dan higiene di tempat-tempat umum di wilayahnya. Masing-masing tempat umum di daerah harus mempunyai Sertifikat laik sehat yang menjamin keamanan bagi masyarakat yang berada di tempat tersebut.

Dalam ketentuan peraturan pemerintah juga disebutkan bahwa semua pengelola tempat-tempat umum harus memeriksakan kesehatannya yaitu minimal tiga bulan sekali di Dinas Kesehatan. Dalam hal ini yang bertanggung jawab untuk melakukan ini yaitu pemilih dari tempat umum tersebut.

Berbagai mekanisme pengawasan sanitasi dan higiene telah dikembangkan, termasuk pada pengawasan sanitasi dan higiene pada pangan. Dalam hal ini menyangkut jenis tempat umum dalam kategori wisata seperti restoran atau rumah makan. Juga telah dikembangkan sistem pengawasan pada terminal sebagai tempat singgah pemakai jasa transportasi umum seperti bus, kereta api ataupun pesawat terbang.

Dalam buku ini akan dijelaskan bentuk dua mekanisme yang telah diterapkan di Indonesia yaitu pengawasan sanitasi higiene pangan dan pada terminal.

Pengawasan Sanitasi Dan Higiene Pangan Berbasis Risiko

Pangan merupakan aspek yang langsung menyentuh kesehatan masyarakat. Berbagai kejadian penyakit yang disebabkan oleh makanan yang lebih dikenal dengan istilah "*foodborne disease*". Kejadian ini terjadi ketika seseorang telah mengonsumsi pangan yang sudah dicemari oleh mikroba termasuk bakteri, jamur atau virus. Kejadian ini sering terjadi di masyarakat.

Oleh karena itu pengawasan higiene dan sanitasi penting dilakukan dan dijamin penyelenggaraannya dengan peraturan daerah masing-masing. Berbagai bentuk mekanisme pengawasan telah diterapkan di Indonesia.

Berdasarkan *best practice* dari mekanisme yang dilakukan dalam pengawasan sanitasi dan higiene pangan, maka saat ini telah dikembangkan dan diterapkan

bentuk mekanisme pengawasan yang baru. Bentuk mekanisme pengawasan saat ini yang sedang dilaksanakan yaitu disebut “Pengawasan higiene dan sanitasi pangan berbasis risiko (Kementerian Kesehatan R.I., 2021a).

Dalam pelaksanaannya, bentuk mekanisme pengawasan pangan berbasis risiko ini adalah sebagai berikut:

1. dalam hal ini para petugas sanitarian melakukan pengawasan berdasarkan pada tingkat risiko;
2. di mana tingkat risiko dalam hal ini meliputi tiga kategori yaitu mulai dari tingkat rendah, sedang, lalu tingkat risiko tinggi;
3. kemudian ditentukan berapa kali atau frekuensi dari pelaksanaan pengawasan pada tempat pengelolaan pangan tersebut.

Penerapan bentuk mekanisme pengawasan sanitasi dan higiene pangan berbasis risiko ini dikarenakan berbagai faktor, yaitu:

1. Keterbatasan tenaga sanitarian di setiap kabupaten, sementara jumlah tempat pengelolaan pangan semakin banyak.
2. Adanya tuntutan masyarakat atau konsumen tentang keamanan pangan.



Gambar 12.1: Mekanisme Penilaian Dalam Pengawasan Sanitasi Dan Higiene Pangan Berbasis Risiko (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia., 2021)

Dengan demikian berdampak kepada pentingnya pengawasan terhadap tempat pengolahan pangan tersebut. Adapun teknik penilaian selama melakukan pengawasan sanitasi dan higiene pangan berbasis risiko ini meliputi beberapa tahap yaitu seperti dijelaskan pada diagram di atas.

Ada banyak harapan dari penerapan dari mekanisme pengawasan sanitasi dan higiene pangan berbasis risiko ini yaitu termasuk peningkatan kesadaran dari pengelolaan tempat pangan tersebut. Dengan memberikan penilaian terhadap tempat pengelolaan makanan tersebut tentunya bisa memberikan gambaran tentang kondisi keamanan pangan untuk pembelinya atau masyarakat. Semakin baik penilaiannya, maka semakin aman pangan tersebut bagi masyarakat sebagai konsumennya.

Secara umum penerapan dari pengawasan sanitasi dan higiene pangan yang berbasis risiko ini yaitu untuk memberikan kemudahan bagi petugas sanitarian dalam memahami kondisi pangan yang terkontaminasi oleh bahan kimia berbahaya atau mikroorganisme. Bagaimana cara petugas memahami risiko pada pangan? Dalam konsep ini, dikenal dengan "Konsep FATTOM". Dalam hal ini FATTOM merupakan suatu singkatan dari *Food* (pangan), *Acidity* (derajat keasaman), *Temperature* (suhu), *Time* (waktu), *Oxygen* (oksigen), dan *Moisture* (aktivitas air/kelembaban).

Secara detail penjabaran dari FATTOM ini adalah sebagai berikut:

1. Food atau pangan

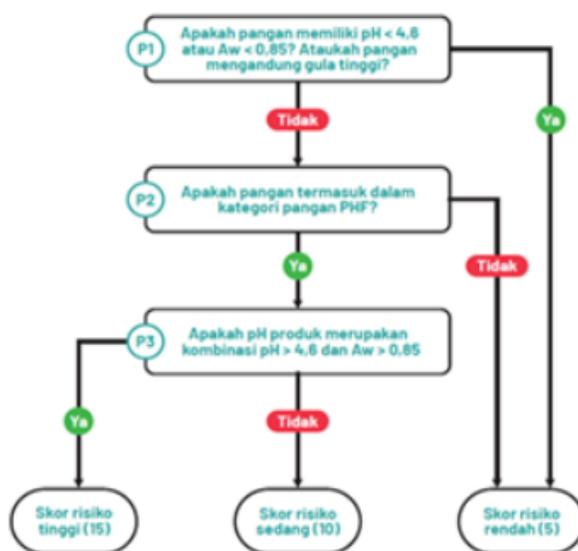
Fokus dari pengawasan yaitu pada pangan yang mempunyai potensi risiko yang tinggi terhadap perkembangan mikroba patogen. Dalam hal ini diidentifikasi ada tiga jenis pangan yang termasuk yaitu:

- a. yang mengandung protein yang tinggi termasuk produk hewani yang segar maupun produk makanan olahan;
- b. yang berasal dari tumbuhan yang diolah dengan api panas termasuk capcay, nasi dan kentang yang dipanggang;
- c. sayuran dan buah yang diolah atau dipotong termasuk tahu.

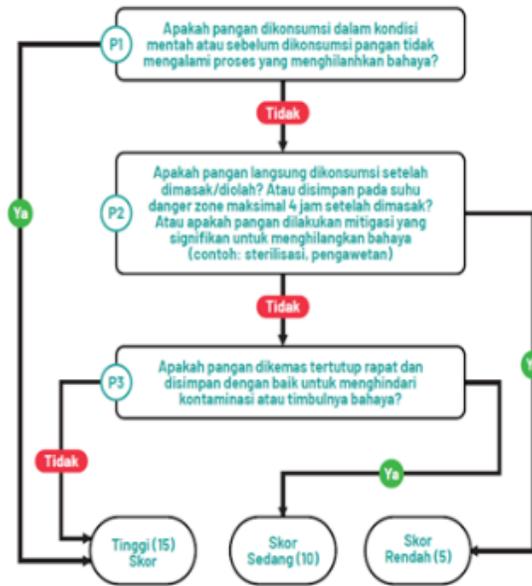
2. Acidity atau derajat keasaman

Dalam hal ini pangan dengan pH yang berkisar antara 4,6 sampai dengan 7,5 mempunyai potensi untuk tumbuhnya bakteri yang baik. Disini yang menjadi standar dari pengawas sanitasi dan higiene pangan. Perlu diketahui untuk pH netral 0-14 dan 7. Sedangkan pada $\text{pH} < 4,6$ perkembangan bakteri dihambat.

3. Temperature atau suhu
Untuk perkembangan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan dan sangat cepat pada pangan yaitu pada kisaran 5-60°C.
4. Time atau waktu
Waktu pangan setelah diolah juga menjadi perhatian yaitu maksimal selama 4 jam, dan setelah itu bila akan dikonsumsi kembali perlu dipanaskan kembali pada suhu minimalnya yaitu 75°C.
5. Oxygen atau oksigen
Oksigen merupakan media yang baik untuk perkembangan mikroba dalam pangan. Oleh karena itu pengawasan juga perlu melihat keberadaan pangan secara terbuka atau hampa udara. Semakin terbuka untuk pangan, maka semakin berisiko tinggi pada kesehatan. Sedangkan makanan yang kedap udara akan bebas dari mikroba.
6. Moisture atau aktivitas air atau kelembaban
Pangan yang memiliki risiko tinggi terhadap pertumbuhan mikroba yaitu pada kelembaban (aW) lebih dari sama dengan (\geq) 0,85. Sedangkan untuk standar aktivitas air (aW) secara bebas pada pangan yaitu antara 0-1.



Gambar 12.2: Tahapan Penilaian Sanitasi dan Higiene Pangan Berbasis Risiko



Gambar 12.3: Lanjutan Penahapan Penilaian Sanitasi dan Higiene Pangan Berbasis Risiko

Dengan demikian, untuk mekanisme penilaian pada saat pengawasan sanitasi dan higiene pangan melalui beberapa tahapan seperti gambar di atas.

Pengawasan Sanitasi dan Higiene di Terminal

Seperti dijelaskan pada ruang lingkup dalam pengawasan sanitasi dan higiene untuk tempat umum, termasuk terminal. Di mana masyarakat sangat membutuhkan transportasi umum dalam kehidupan sehari-harinya. Oleh karena itu, terminal juga merupakan salah satu tempat umum yang mempunyai potensi risiko terhadap kesehatan masyarakat.

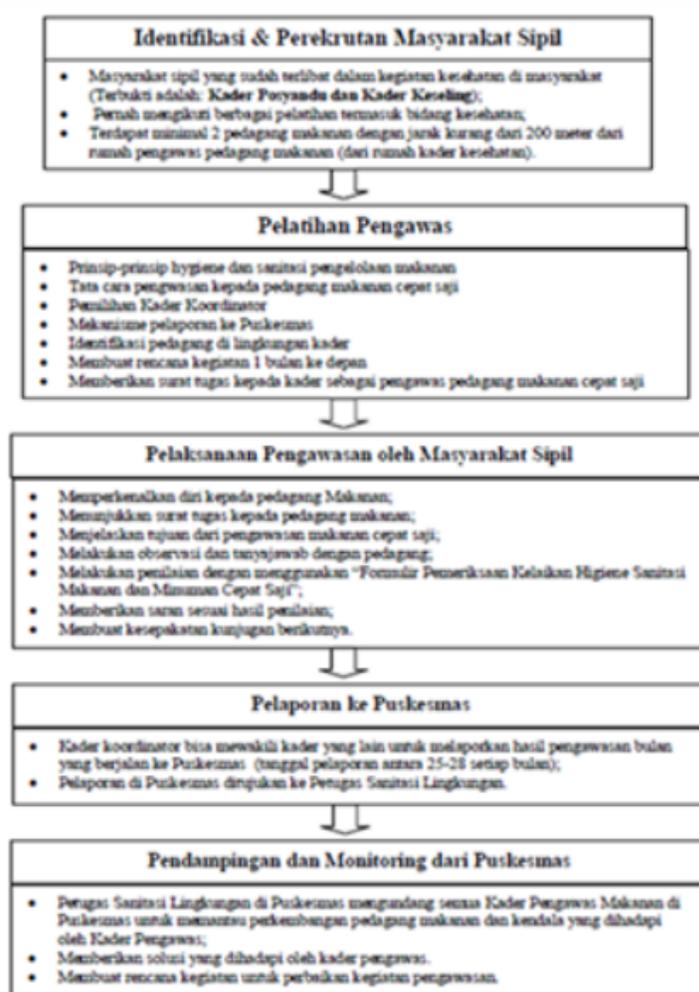
Dengan demikian untuk menjamin pemenuhan standar sanitasi dan higiene terminal, maka pemerintah telah menyusun buku pedoman untuk penyelenggaraan terminal sehat (Kementerian Kesehatan R.I., 2021b). Di mana penyusunan buku tersebut didasarkan pada peraturan pemerintah nomor 66 tahun 2014 tentang kesehatan lingkungan (Presiden Republik Indonesia., 2014).

Standar pelayanan yang wajib dipenuhi untuk terminal yang sehat yaitu menyangkut standar keselamatan, keamanan, keteraturan, kenyamanan, keterjangkauan dan juga standar kesetaraan (Menteri Perhubungan R.I., 2015). Bentuk terminal sehat dikembangkan dengan "Konsep Go Green" Ini berarti

standar ramah lingkungan dan integrasi antara transpor menjadi acuan dalam pengawasan sanitasi di terminal.

Sistem dan Mekanisme Pengawasan Sanitasi dan Higiene

Sistem dan teknik pengawasan sanitasi dan higiene pada tempat-tempat umum telah dilakukan dengan berbagai bentuk termasuk berbasis masyarakat dan komputer. Secara singkat sistem dan teknik pengawasan sanitasi higiene kedua bentuk tersebut dijabarkan berikut ini.



Gambar 12.4: Model Pengawasan Sanitasi dan Higiene Makanan Berbasis Masyarakat (Tasnim and Lusida, 2019)

Sistem dan Teknik Pengawasan Sanitasi dan Higiene berbasis Masyarakat

Keterlibatan masyarakat dalam pengawasan makanan sangat membantu Puskesmas sebagai lembaga atau unit pelayanan kesehatan terdepan di masyarakat. Di mana, rasio antara petugas sanitarian atau kesehatan lingkungan di Puskesmas dengan jumlah penjual makanan yaitu sekitar 1: 40. Inilah yang menjadi dasar pengembangan sistem dan teknik pengawasan sanitasi dan higiene dengan melibatkan masyarakat.

Dari studi yang dilakukan di Kota Kendari sebagai contoh menunjukkan bahwa kader sebagai perwakilan dari masyarakat sebagai pembantu pengawasan sanitasi dan higiene disarankan. Kader desa atau kader Posyandu bisa dilatih lebih lanjut tentang teknik pengawasan sanitasi dan higiene pangan.

Di dalam studi ini dinyatakan pelatihan dan pengalaman yang perlu diberikan kepada kader yang terlibat sekitar 15 kali pelatihan (Tasnim and Lusida, 2020). Kader yang aktif di masyarakat kurang dari 4 tahun sudah bisa dilibatkan dalam proses pengawasan sanitasi dan higiene makanan berbasis masyarakat ini.

Sistem dan Teknik Pengawasan Sanitasi dan Higiene berbasis Komputer

Pengembangan sistem dan teknik pengawasan sanitasi dan higiene berbasis komputer ini didasarkan atas masih rendahnya aksesibilitas dan juga lambatnya pengolahan data oleh pengawas sanitasi dan higiene pada tempat umum, seperti rumah makan. Studi yang dilakukan di Kabupaten Blera sebagai contoh, menunjukkan bahwa pengembangan sistem informasi hasil pengawasan menunjukkan bisa diterima oleh pengawas (Mustofa, 2005).

Di mana sistem pengawasan ini dikembangkan dengan tahapan FAST. Tahapan FAST merupakan singkatan dari *Framework for the Application of Sistem Technique*.

Sistem informasi ini bisa menyediakan informasi tentang berbagai hal antara lain berupa:

1. Sertifikasi rumah makan dan karyawan.
2. Daftar surat perintah perbaikan.
3. Rekomendasi dan Sertifikat laik higiene sanitasi.
4. Target dan realisasi pengawasan.
5. Umpan balik.

Berdasarkan informasi dari komputer tersebut, para pengelola program kesehatan lingkungan, sanitasi dan higiene di tingkat Puskesmas dan Kabupaten mampu melakukan pengawasan pada tempat-tempat umum lebih efektif.

Dengan kata lain bahwa sistem pengawasan sanitasi dan higiene berbasis komputer ini bisa menghasilkan laporan yang lebih lengkap. Disini para pengawas akan mendapatkan umpan balik yang lebih mudah.

Penutup

Pengawasan higiene dan sanitasi telah diterapkan di tempat-tempat umum dengan berbagai bentuk dan mekanismenya. Di mana, keragaman bentuk dan mekanisme pengawasan tersebut ditujukan untuk menjamin keamanan kesehatan masyarakat. Perbedaan bentuk dan mekanisme pengawasan didasarkan atas objek sasarannya. Yang pada prinsipnya untuk kemudahan dan kelancaran proses pengawasan sanitasi dan higiene. Pengembangan model-model pengawasan juga sudah diidentifikasi dalam suatu riset yang hasilnya sudah menunjukkan keefektifannya.

Namun demikian, permasalahan tentang kesehatan lingkungan dan higiene adalah sangat kompleks, sehingga masih membutuhkan inovasi-inovasi baru dalam metode pengawasan sanitasi dan higiene. Dengan inovasi-inovasi yang akan dikembangkan tentunya akan memastikan proses pengawasan sanitasi dan higiene menjadi lebih efisien dan efektif.

Demikian gambaran tentang pelaksanaan pengawasan sanitasi dan higiene yang disajikan dalam buku ini. Tentunya, penjabaran tentang bentuk dan mekanisme yang lain masih dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman bagi para pengelola program sanitasi dan higiene.

Bab 13

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

13.1 Pendahuluan

Menurut Mangkunegara, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah suatu pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani dan rohani tenaga kerja pada khususnya dan manusia pada umumnya, hasil karya dan budaya untuk menuju masyarakat yang adil dan makmur. Sedangkan menurut OHSAS 18001:2007, K3 adalah semua kondisi dan faktor yang dapat berdampak pada keselamatan dan kesehatan kerja tenaga kerja maupun orang lain (kontraktor, pemasok, pengunjung dan tamu) di tempat kerja (Djarmiko, 2016; Rejeki, 2016). Selain itu, dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, K3 dimaknai sebagai segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja (Indonesia, 2012; Ketenagakerjaan, 2018).

Tujuan dari diterapkannya K3 di tempat kerja adalah untuk melindungi pekerja atas hak keselamatannya dalam melakukan pekerjaan, untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi dan produktivitas nasional, untuk menjamin

keselamatan setiap orang lain yang berada di tempat kerja tersebut dan untuk memelihara sumber produksi agar dapat digunakan secara aman dan efisien (Rejeki, 2016).

Agar Keselamatan dan Kesehatan Kerja dapat terwujud, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan serta diterapkan di tempat kerja, di antaranya adalah higiene lingkungan kerja, potensi bahaya di lingkungan kerja dan pengendaliannya, penerapan higiene dan sanitasi di tempat kerja, penyakit akibat kerja, gizi kerja, ergonomi dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD).

13.2 Higiene Lingkungan Kerja

Higiene lingkungan kerja merupakan usaha preventif yang dilakukan guna mendukung terciptanya lingkungan kerja yang baik, sehat dan nyaman sehingga dapat memberikan kontribusi yang baik bagi pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Usaha yang dapat dilakukan untuk menciptakan hal tersebut adalah dengan diberlakukannya standar kesehatan di lingkungan kerja.

Standar kesehatan lingkungan kerja meliputi Nilai Ambang Batas (NAB) faktor fisika dan kimia (suhu, kelembaban, kebisingan, getaran, gelombang radio/mikro, sinar ultra ungu, medan magnet statis, tekanan udara dan pencahayaan) (Kemenkes, 2016; Ketenagakerjaan, 2018; Widiastuti, 2020), indikator pajanan biologi dan standar baku kesehatan lingkungan (media lingkungan air, udara, tanah, pangan, media sarana dan bangunan serta vektor dan binatang pembawa penyakit).

Penentuan NAB ditentukan berdasarkan kebutuhan pekerja. Penerapan nilai yang sesuai diharapkan mampu meningkatkan keselamatan kerja (Widiastuti, 2020), meningkatkan produktivitas dan kinerja karyawan (Hariyanto & Riyanto, 2018; Lestary & Chaniago, 2017), menghindari stress akibat kerja (Lukas, Suoth, & Wowor, 2018), mengurangi kelelahan kerja (Ihsan & Salami, 2015; LESTARI, 2016) dan dapat juga dipakai untuk menentukan waktu istirahat kerja (Al Faritsy & Nugroho, 2017).

Nilai Ambang Batas lingkungan kerja (fisik dan kimia) merupakan nilai intensitas/konsentrasi rata-rata pajanan bahaya fisik/kimia yang dapat diterima oleh hampir semua pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit dalam pekerjaan sehari—hari untuk tidak melebihi waktu 8 jam per hari dan 40 jam per minggu, yang terdiri atas TWA (Time Weighted Average),

STEL (Short Term Exposure Limit) dan Ceiling (Kemenkes, 2016; Ketenagakerjaan, 2018).

TWA (Time Weighted Average) adalah nilai pajanan atau intensitas rata-rata tertimbang waktu di tempat kerja yang dapat diterima oleh hampir semua pekerja tanpa mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam per hari dan 40 jam per minggu. STEL adalah nilai pajanan rata-rata tertinggi dalam waktu 15 menit yang diperkenankan dan tidak boleh terjadi lebih dari 4 kali, dengan periode antar pajanan minimal 60 menit selama pekerja melakukan pekerjaannya dalam 8 jam kerja per hari. Ceiling adalah nilai pajanan atau intensitas faktor bahaya di tempat kerja yang tidak boleh dilampaui selama jam kerja (Kemenkes, 2016).

Indikator Pajanan Biologi (IPB) merupakan kadar konsentrasi bahan kimia yang didapatkan dalam spesimen tubuh tenaga kerja dan digunakan untuk menentukan tingkat pajanan terhadap tenaga kerja sahat yang terpajan bahan kimia (Ketenagakerjaan, 2018).

Standar baku mutu kesehatan lingkungan (media air, udara, tanah, pangan, sarana dan bangunan, vektor) merupakan spesifikasi teknis atau nilai yang dibakukan pada media lingkungan yang berhubungan atau berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat (Kemenkes, 2016). Standar ini mengatur tentang konsentrasi/kadar dari setiap parameter media lingkungan (udara, air, tanah, pangan, sarana dan bangunan serta vektor dan binatang pembawa penyakit) yang ditetapkan dalam rangka perlindungan kesehatan pekerja sesuai satuannya berupa angka minimal yang diperlukan atau maksimal atau kisaran yang diperbolehkan, bergantung pada karakteristik parameter. Standar acuan untuk media lingkungan air (meliputi air minum dan air bersih) dan media udara mengacu pada peraturan perundang-undangan yang berlaku. Sedangkan standar untuk media tanah, biologi dan pangan, sarana dan bangunan serta vektor dan binatang pembawa penyakit mengacu kepada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016 dan Standar Baku Mutu Limbah Cair Nomor 5 Tahun 2014.

13.3 Potensi Bahaya di Lingkungan Kerja dan Pengendaliannya

Potensi bahaya di lingkungan kerja terbagi atas faktor bahaya fisika, kimia, biologi, ergonomi dan psikologi (Ketenagakerjaan, 2018). Faktor bahaya fisika terdiri atas kebisingan, getaran, tekanan udara, radiasi, pencahayaan dan iklim kerja. Pengendalian faktor bahaya ini dapat dilakukan dengan menghilangkan sumber bahaya, mengisolasi atau membatasi pajanan, mengganti sistem ventilasi serta memasang silencer pada alat atau mesin yang menghasilkan suara yang bising (Ketenagakerjaan, 2018).

Faktor bahaya kimia dapat berasal dari debu, gas, aerosol, cairan kimia yang mudah meledak, mudah terbakar, mudah menyala, korosif, bahan radioaktif dan partikulat. Bahan-bahan tersebut dapat masuk ke dalam tubuh pekerja melalui tiga cara, yaitu, terhirup, tertelan atau menyerap ke dalam kulit. Pengendalian faktor bahaya ini dapat dilakukan dengan menghilangkan sumber potensi bahaya, mengganti bahan yang memiliki potensi bahaya yang lebih rendah, merotasi tenaga kerja, menyediakan lembar data keselamatan baha dan label bahan kimia serta pemakaian Alat Pelindung Diri (Ketenagakerjaan, 2018).

Faktor bahaya biologi biasanya disebabkan oleh makhluk hidup, seperti hewan (buas dan berbisa), tumbuhan (yang memiliki zat toksin) dan mikroorganisme. Cara pengendalian faktor bahaya ini dapat dilakukan dengan mengurangi waktu pajanan, menyediakan sistem ventilasi, menggunakan baju kerja yang sesuai, memakai APD, memasang rambu-rambu yang sesuai memberikan vaksinasi serta memakai disinfektan (Ketenagakerjaan, 2018).

Faktor bahaya ergonomi merupakan faktor bahaya yang dapat memengaruhi aktivitas pekerja yang disebabkan oleh ketidaksesuaian antara fasilitas kerja (cara kerja, posisi kerja, postur tubuh yang tidak sesuai saat melakukan pekerjaan, alat kerja dan beban angkut) terhadap pekerja. Cara menghindari agar bahaya ini bisa dikendalikan adalah dengan memperbaiki cara kerja dan posisi kerja yang janggal, mengganti tempat kerja, memodifikasi alat kerja, mengatur waktu kerja dan waktu istirahat serta menggunakan alat bantu.

Faktor bahaya psikologi meliputi tekanan kerja, tanggungjawab terhadap orang lain, konflik antar pekerja, ketidakjelasan peran serta beban kerja berlebih (secara kualitatif dan kuantitatif). Pengendalian faktor bahaya ini dapat

dilakukan dengan memperbaiki komunikasi antar pekerja, mengadakan program kebugaran bagi pekerja, memberikan kebebasan pada pekerja untuk memberikan masukan dalam mengambil keputusan, serta memberikan pelatihan yang sesuai kepada pekerja agar dapat memiliki pengetahuan yang cukup dalam melakukan pekerjaannya. Cara lain yang juga dapat dilakukan adalah dengan memberikan imbalan tertentu kepada karyawan berprestasi (Ketenagakerjaan, 2018).

13.4 Penerapan Higiene dan Sanitasi di Tempat Kerja

Penerapan higiene dan sanitasi di tempat kerja dilakukan dengan memperhatikan infrastruktur yang ada di tempat kerja, misalnya bangunan tempat kerja yang meliputi halaman gedung (termasuk dinding dan langit-langit, atap serta lantai) yang terpelihara dan bersih serta kuat dan kokoh strukturnya dan memberikan ruang gerak yang cukup bagi tiap orang. Selain itu infrastruktur juga meliputi bangunan bawah tanah yang mempunyai struktur yang kuat, memiliki sistem ventilasi udara, ada sumber pencahayaan, memiliki saluran pembuangan yang mengalir dengan baik serta bersih dan terawat. Fasilitas kebersihan juga harus tersedia di tempat kerja, yang terdiri atas kebutuhan toilet dan kelengkapannya yang bersih dan tidak menimbulkan bau, loker tempat penyimpanan pakaian yang terjamin keamanannya, tempat sampah yang terpisah dan dilengkapi penutup serta terbuat dari bahan kedap air. Peralatan kebersihan serta kebutuhan udara dalam ruangan juga wajib mendapatkan perhatian yang mencakup kebutuhan udara dalam ruangan, ventilasi dan ruang udara (Ketenagakerjaan, 2018).

13.5 Penyakit Akibat Kerja

Penyakit Akibat Kerja (PAK) merupakan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan dan/atau lingkungan kerja (Salawati, 2015a). Selain disebabkan oleh pekerjaan, PAK juga dapat disebabkan oleh alat kerja, bahan maupun proses kerja.

Penyakit Akibat Kerja dapat disebabkan oleh faktor fisik (kebisingan, suhu, radiasi, getaran dan tekanan udara), faktor kimia (bahan baku, bahan tambahan, hasil samping produksi dan limbah produksi), faktor biologi (virus, jamur, parasit dan mikroorganisme lain), ergonomi/fisiologi (cara kerja, alat kerja dan posisi kerja yang salah) dan faktor psikologi (komunikasi antar pekerja, kerja yang monoton, beban kerja berlebih dan waktu kerja yang tidak pas).

Beberapa contoh PAK yang disebabkan oleh faktor fisik di antaranya adalah penyakit kulit (Thaha, 2008), *heat related-illness* akibat terpapar panas yang tidak diimbangi dengan pengeluaran panas dari dalam tubuh (Ashar, Saftarina, & Wahyudo, 2017), ketulian (Agus & Hudyono, 2011), kebisingan (Saputra, Asih, & Sodikin, 2014) kelainan pada otot, hipotermia, dermatitis kontak dan penyakit mata (Roestijawati, Ernawati, Wicaksana, & Krisnansari, 2017). PAK yang disebabkan oleh faktor kimia di antaranya adalah penyakit sistem respirasi (Darmawan, 2013), gangguan kapasitas paru, penurunan fungsi penglihatan, dan dermatitis ekstremitas pada pekerja pembuatan batik (Latif, Ristiawati, & Istiqomah, 2016), penyakit mesotelioma, kanker paru dan asbestosis pada pekerja karena pajanan serat asbes di industri pemrosesan asbes (Salawati, 2015b) dan penyakit asma (Bratawidjaja, 2004) serta penyakit paru (Agustina, 2021). PAK yang disebabkan oleh faktor biologi di antaranya adalah flu, demam, batuk dan pilek, hepatitis, TBC, Covid 19 dan AIDS.

Suatu penyakit dapat dikategorikan sebagai PAK jika dilakukan diagnosis terlebih dahulu dengan cara melakukan diagnosis klinis, menentukan pajanan yang dialami pekerja di tempat kerja, menentukan hubungan antara pajanan dengan diagnosis klinis, menentukan besarnya pajanan, menentukan faktor individu yang berperan, menentukan pajanan di luar tempat kerja dan menentukan diagnosis PAK.

Pengendalian PAK dapat dilakukan dengan beberapa cara, di antaranya melakukan antisipasi, rekognisi dan evaluasi. Antisipasi merupakan upaya memprediksi potensi bahaya yang ada di tempat kerja. Dengan mengetahui potensi bahaya yang mungkin muncul, maka dapat dilakukan tindakan tertentu agar penyakit atau bahaya tidak terjadi. Antisipasi dapat dilakukan dengan menggali informasi sebanyak-banyaknya mengenai karakteristik bangunan tempat kerja, mesin atau alat yang digunakan, proses kerja, bahan baku atau bahan tambahan dan bahan penolong yang dipakai dalam proses kerja serta jumlah pekerja. Jika informasi sudah didapat, maka langkah selanjutnya adalah

analisis dan diskusi dengan pihak-pihak terkait yang berkompeten. Langkah terakhir adalah dengan membuat resume dari kegiatan antisipasi.

Rekognisi dilakukan untuk mengenali secara detail dan lebih komprehensif atas suatu bahaya yang mungkin terjadi di tempat kerja. Pada tahap ini dilakukan pengukuran untuk mendapatkan informasi tentang konsentrasi, dosis, ukuran, jenis serta sifat dari material yang digunakan dalam proses kerja. Tujuan dilakukannya rekognisi adalah untuk mengetahui suatu bahaya serta risikonya secara detail. Metode yang dapat dipakai dalam tahapan ini misalnya adalah studi literatur, menyelidiki laporan kecelakaan, pengukuran dengan menggunakan alat dan dilakukan di laboratorium dan inspeksi rutin dan detail terhadap peralatan yang dipakai dalam proses kerja. Tahap selanjutnya adalah evaluasi yang merupakan proses pengambilan keputusan yang melibatkan penilaian bahaya kepada pekerja dari pajanan bahaya kimia, fisika dan biologi.

Agar PAK dapat dicegah, maka beberapa hal yang dapat dilakukan di antaranya adalah pencegahan primer berupa *health promotion* yang meliputi informasi tentang perilaku kesehatan, faktor bahaya di tempat kerja, perilaku kerja yang baik, olah raga yang teratur dan gizi seimbang bagi pekerja. Pencegahan juga dapat dilakukan melalui perundang-undangan yang berlaku, pengendalian administratif serta pengendalian teknis berupa substitusi bahan, isolasi dan penggunaan APD. Selain itu pencegahan juga dapat dilakukan dengan pemeriksaan kesehatan prakerja serta pemeriksaan kesehatan pekerja secara berkala.

13.6 Gizi Kerja

Sebagai salah satu faktor produksi, karyawan atau tenaga kerja wajib diperhatikan asupan makanannya agar dapat bekerja secara baik dan produktif. Gizi kerja memegang peranan penting dalam menjaga kesehatan pekerja agar dapat berkarya dengan baik. Pemberian makanan dan minuman kepada pekerja, selain harus memperhatikan jenis dan jumlahnya, asupan tersebut juga perlu disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan. Walaupun bukan elemen satu-satunya yang berpengaruh dalam produktivitas, namun gizi kerja perlu mendapat perhatian lebih karena pemenuhannya akan berbeda pada setiap pekerja dan pekerjaan yang dilakukan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh yang kuat antara intervensi gizi dengan

produktivitas kerja, di antaranya adalah riset tentang pemberian makanan tambahan pada pekerja (Farhati & Wahyuningsih, 2021), pemenuhan gizi seimbang bagi pekerja mampu menentukan prestasi kerja (Ariati, 2013) dan pengaturan gizi yang optimal mampu meminimalkan kelelahan kerja sehingga karyawan dapat bekerja secara optimal (Langgar & Setyawati, 2014; Ramadhanti, 2020; Utami, 2012).

Menurut Suma'mur, gizi kerja adalah kalori yang dibutuhkan oleh pekerja guna mencukupi kebutuhan yang cocok dengan pekerjaannya dengan tujuan meningkatkan kesehatan dan produktivitas kerja yang setinggi-tingginya (Ariati, 2013). Pemberian gizi yang baik dimaksudkan untuk meningkatkan derajat kesehatan, efisiensi dan produktivitas kerja tertinggi. Nutrisi diperlukan oleh karyawan guna mencukupi kebutuhan kalori yang sesuai dengan beban kerja yang ditanggungnya.

Pada prinsipnya, asupan yang diberikan kepada pekerja haruslah mengandung nutrisi yang dapat digunakan sebagai energi untuk bekerja. Berbagai jenis nutrisi di antaranya adalah protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral dan air. Kekurangan nutrisi dapat menyebabkan turunya produktivitas yang kemudian dapat diikuti dengan timbulnya penyakit.

Untuk dapat menilai kondisi dan status gizi seseorang, maka dapat dilakukan asesmen untuk mendeteksi masalah gizi yang ada, sehingga dapat dilakukan intervensi secara cepat dan tepat. Asesmen dapat dilakukan berdasarkan empat parameter, yaitu parameter antropometri, status biokimia, penilaian fisik klinis dan riwayat makan seseorang (Hartriyanti, Suyoto, Sabrini, & Wigati, 2020).

Parameter antropometri dilakukan dengan mengukur berat badan karena berat badan sangat sensitif terhadap perubahan massa tubuh. Parameter ini dapat menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) orang dewasa. IMT didapat dengan membagi berat badan dengan tinggi badan. IMT orang dewasa normal bernilai 18,4 - 24,9. Apabila kurang dari 18,4 maka termasuk kualifikasi kurus, sedangkan IMT antara 25-27 termasuk kualifikasi berat badan berlebih. Jika IMT lebih dari 27 maka orang tersebut termasuk golongan yang mengalami obesitas (Hartriyanti et al., 2020).

Selain berpengaruh terhadap produktivitas kerja, pemberian gizi yang tepat bagi pekerja juga memberikan keuntungan lain, yaitu meningkatkan dan mempertahankan kemampuan kerja, menaikkan derajat kesehatan, suasana kerja yang menyenangkan sehingga terjalin hubungan sosial yang baik antar

pekerja serta dapat meningkatkan gairah dan motivasi kerja (Hartriyanti et al., 2020).

Manajemen pemenuhan gizi di tempat kerja dapat dilakukan jika didukung oleh komitmen organisasi, lingkungan sosial, pendidikan gizi serta perhatian terhadap keamanan pangan (Hartriyanti et al., 2020). Selain itu, manajemen gizi juga harus memperhatikan kebutuhan pangan bagi kelompok khusus (jika ada) di tempat kerja. Kelompok khusus ini di antaranya adalah pekerja yang menganut kepercayaan tertentu sehingga ada aturan tentang makanan yang boleh dikonsumsi dan yang tidak. Selain itu, kondisi fisiologis dan seseorang juga berpengaruh terhadap makanan yang dikonsumsi, misalnya pekerja yang menjalani pola hidup vegetarian, ibu hamil dan menyusui serta kelompok difabel. Sedangkan kondisi patologis yang berpengaruh terhadap pangan yang dapat dikonsumsi di antaranya adalah pekerja yang mengalami obesitas, pekerja yang memiliki riwayat penyakit Diabetes Melitus, hipertensi dan dislipidemia serta pekerja yang memiliki penyakit jantung juga perlu diperhatikan asupan makanan dan gizinya agar tidak memperburuk kondisi mereka ketika mereka bekerja (Hartriyanti et al., 2020).

13.7 Ergonomi

Menurut ILO (International Labour Organization), ergonomi merupakan ilmu terapan biologi manusia dan hubungannya dengan ilmu teknik bagi pekerja dan lingkungan kerjanya agar mendapatkan kepuasan kerja yang maksimal selain meningkatkan produktivitasnya (Hutabarat, 2017).

Secara umum, tujuan dari penerapan ergonomi di tempat kerja adalah untuk meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental serta mengupayakan promosi dan kepuasan kerja. Selain itu, penerapan ergonomi diharapkan mampu menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan hidup yang tinggi. (Santoso, 2004).

Ruang lingkup ergonomi meliputi ergonomi fisik, ergonomi kognitif, ergonomi organisasi dan ergonomi lingkungan (Widiastuti, 2020). Ergonomi fisik berhubungan dengan ilmu tentang anatomi manusia, antropometri (data

ukuran dimensi tubuh manusia), fisiologi kerja (misalnya sistem peredaran darah, sistem pernafasan dan skeletal) dan karakteristik biomekanis (ilmu tentang gerakan dan sikap tubuh, misalnya postur kerja, beban kerja dan proses perancangan peralatan kerja) (Santoso, 2004). Ergonomi kognitif berkaitan dengan proses mental, seperti persepsi, memori, penalaran dan respon motorik. Ergonomi organisasi berkaitan dengan optimalisasi struktur organisasi, kebijakan dan proses kerja, yang meliputi pengelolaan sumber daya manusia, desain pekerjaan, tugas dan tanggungjawab, waktu kerja dan budaya organisasi. Sedangkan kajian ergonomi lingkungan berkaitan dengan masalah faktor lingkungan fisik (seperti pencahayaan, suhu, iklim dan getaran), faktor lingkungan kimia (seperti penggunaan dan penyebaran zat-zat kimia tertentu dalam lingkungan kerja, baik yang berbentuk partikel maupun non partikel) dan biologi (adanya makhluk hidup seperti bakteri dan virus serta jamur) (Putro & Sari, 2018).

13.8 Pengendalian Bahaya di Tempat Kerja

Pengendalian bahaya di tempat kerja merupakan upaya untuk mengendalikan potensi bahaya yang ditemukan di tempat kerja. Metode pengendalian dapat dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian bahaya (hierarchy control). Hierarki ini didasarkan pada prioritas dalam pemilihan dan pelaksanaan pengendalian yang berhubungan dengan bahaya K3, yaitu eliminasi, substitusi, pengendalian teknik, pengendalian administrasi dan penggunaan APD (Ketenagakerjaan, 2018).

Eliminasi merupakan langkah pengendalian bahaya yang menjadi pilihan utama karena di dalamnya ada upaya untuk menghilangkan bahaya di tempat kerja. Namun terkadang tindakan ini sulit dilakukan karena bahaya tidak mungkin benar-benar bisa dihilangkan di lokasi kerja. Sebagai ganti dari kegiatan eliminasi, maka dilakukan teknik pengendalian bahaya dengan cara substitusi. Cara ini tidak menghilangkan bahaya, namun menurunkan tingkat bahaya yang mungkin dapat terjadi di tempat kerja. Substitusi dapat dilakukan dengan mengganti bahan atau material yang digunakan dalam proses produksi dengan material yang lebih ramah lingkungan. Cara lain yang bisa dilakukan untuk mengendalikan bahaya di tempat kerja adalah dengan pengendalian

teknis dan administrasi. Pengendalian teknis dapat dilakukan dengan merekayasa atau memodifikasi alat kerja sehingga potensi bahayanya bisa dikurangi, sedangkan pengendalian administrasi dilakukan dengan menyediakan SOP kerja dan pengaturan jam kerja. Cara terakhir yang dapat dilakukan untuk mengendalikan bahaya adalah dengan penggunaan APD yang sesuai, baik terhadap pemakainya (pekerja) pekerjaan yang dilakukannya. Penggunaan APD yang sesuai dan lengkap adalah kunci dari penerapan teknik pengendalian ini.

13.9 Alat Pelindung Diri (APD)

APD merupakan salah satu komponen yang dapat memberikan perlindungan bagi pekerja dalam menjalankan tugasnya, mengingat adanya potensi bahaya yang menghantui pekerja di area kerja. APD yang diberikan disesuaikan dengan risiko bahaya yang akan diterima pekerja selama melakukan tugasnya. Meskipun APD ini dianggap sebagai upaya preventif, namun kedudukan APD berada di level paling bawah dalam hierarki pengendalian bahaya di tempat kerja. Sehingga penggunaan APD sebisa mungkin juga dibarengi dengan upaya pengendalian bahaya yang lain, misalnya pengendalian teknis dan administrasi serta substitusi.

Tujuan dari disediakannya APD di tempat kerja di antaranya adalah untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan pekerja setinggi-tingginya, baik fisik, mental dan kesejahteraan sosialnya, mencegah terjadinya gangguan kesehatan pada pekerja yang diakibatkan oleh keadaan atau kondisi lingkungan kerjanya, memberikan perlindungan kepada pekerja dari kemungkinan bahaya yang disebabkan oleh faktor-faktor yang membahayakan kesehatannya dan menempatkan serta memelihara pekerja di suatu lingkungan kerja yang sesuai dengan kemampuan fisik dan psikisnya.

Tipe-tipe APD terdiri atas pelindung mata, pelindung telinga, pelindung pernafasan, pelindung kepala, pelindung tangan dan kaki, pakaian pelindung dan *safety belt*. APD yang akan digunakan oleh pekerja wajib disesuaikan dengan kondisi lingkungan kerja serta potensi bahaya yang akan diterima pekerja.

Ketentuan pemilihan APD untuk pekerja adalah:

1. mampu memberikan perlindungan terhadap bahaya yang akan dihadapi oleh pekerja selama melakukan pekerjaannya,
2. tidak mudah rusak,
3. memenuhi syarat estetika,
4. memiliki bobot yang ringan sehingga tidak membebani pemakainya,
5. memenuhi standar peraturan yang berlaku,
6. tidak menimbulkan bahaya tambahan bagi pemakainya,
7. tidak membatasi gerak pekerja dan
8. dapat dipakai oleh pekerja pria dan wanita serta memiliki komponen yang mudah didapat guna memudahkan perawatannya.

Sebelum APD digunakan, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, di antaranya adalah APD harus sesuai dengan bentuk tubuh, APD harus berfungsi dengan baik dan benar dan APD harus digunakan sesuai dengan peruntukannya. Jika menggunakan 2 APD atau lebih, maka harus dipastikan bahwa tidak akan mengurangi keefektifan masing-masing APD dan segera melapor jika merasa sakit atau mengalami ketidaknyamanan selama menggunakan APD.

Menurut SNI 19-1958-1990, penyimpanan dan pemeliharaan APD mengikuti pedoman sebagai berikut:

1. Penyimpanan dan pemeliharaan APD diperlukan guna menjaga agar APD tidak mudah rusak dan membahayakan pihak lain karena salah pemakaiannya.
2. Penyimpanan dan pemeliharaan meliputi semua jenis APD.
3. Penyimpanan dan pemeliharaan APD dapat dilakukan sendiri oleh pemakai atau dilakukan oleh petugas khusus.
4. Penyimpanan dan pemeliharaan APD dilakukan di tempat kerja.
5. Dalam rangka pemeliharaan, APD harus diuji dan diperiksa secara berkala dan bila ditemui kelainan harus segera diperbaiki atau diganti.
6. APD yang sudah rusak harus segera dimusnahkan atau disimpan di tempat khusus agar tidak digunakan lagi.

7. APD untuk penanganan bahan kimia berbahaya tidak boleh dibawa pulang ke rumah, harus dicuci dan disimpan khusus oleh masing-masing pemakai di tempat kerja.
8. Tanggungjawab penyimpanan dan pemeliharaan APD diserahkan kepada masing-masing pemakai, sedangkan pengurus tempat kerja bertanggungjawab atas pengadaan dan pengujiaannya.
9. Tempat penyimpanan dan pemeliharaan APD tidak boleh dimasuki oleh orang lain yang tidak berkepentingan dan tidak berwenang.

Selain kemampuannya untuk menghindari bahaya bagi pekerja, APD juga memiliki keterbatasan, di antaranya adalah tidak adanya jaminan bahwa pemakai APD bebas dari kecelakaan, APD sangat sensitif terhadap perubahan tertentu, APD punya masa pakai dan terkadang APD dianggap mengganggu atau membatasi pergerakan atau komunikasi pemakainya. APD juga dapat menimbulkan efek tertentu bagi pemakainya serta APD dapat menularkan penyakit jika dipakai secara bergantian.

Agar penggunaan APD sesuai dengan kebutuhan dan dapat digunakan dengan sebaik-baiknya, maka perlu ada manajemen APD yang meliputi identifikasi kebutuhan dan syarat APD, pemilihan APD yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kenyamanan pekerja, perlu adanya pelatihan terkait dengan penggunaan APD, adanya SOP tentang penggunaan, perawatan dan penyimpanan APD, tata laksana pembuangan dan pemusnahan APD, serta adanya inspeksi dan evaluasi serta pelaporan tentang penggunaan APD (Kerja, 2010).

Daftar Pustaka

- Abdul-Mutalib, N. A., Abdul-Rashid, M. F., Mustafa, S., Amin-Nordin, S., Hamat, R. A., dan Osman, M. (2012) 'Knowledge, attitude and practices regarding food hygiene and sanitation of food handlers in Kuala Pilah, Malaysia', *Food Control*, 27(2), pp. 289–293. doi: 10.1016/j.foodcont.2012.04.001.
- Agus, A., & Hudyono, J. (2011). Penyakit Akibat Kerja Disebabkan Faktor Fisik. *Jurnal Kedokteran Meditek*.
- Agustina, A. (2021). Penyakit Akibat Kerja yang Berhubungan dengan Debu: Suatu Review Penelitian. *Jurnal Persada Husada Indonesia*, 8(30), 36-44.
- Aitken, C., Jeffries, D.J. (2001) "Nosocomial spread of viral disease", *Clin Microbiol Rev*, 14:528–546. doi: 10.1128/CMR.14.3.528-546.2001.
- Al Faritsy, A. Z., & Nugroho, Y. A. (2017). Pengukuran lingkungan kerja fisik dan operator untuk menentukan waktu istirahat kerja. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 16(2), 108-114.
- Alabbasy, A.J . (2019) "A Literature Review on Microbial Contamination of Paper Currency", *International Journal of Environmental Chemistry*, volume 5, nomer 1.
- Alam, N., Corbett, S.J., Ptolemy, H.C. (2008) "Environmental health risk assessment of nickel contamination of drinking water in a country town in NSW", *Public Health Research & Practice*, 19(9-10):170–173. doi: 10.1071/NB97043.

- Alex, S, N. (2010) Manajemen Personalia Manajemen Sumber Daya Manusia. Edisi Keti. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Americal Cancer Society. (2020) "Radiofrequency (RF) Radiation".y <https://www.cancer.org/content/dam/CRC/PDF/Public/8060.00.pdf>.
- American Air and Water. (2020) "Mold, mold spores and indoor air quality. American Air and Water", Available at <https://www.americanairandwater.com/mold> Accessed on: 27 September 2022.
- Angraeni Nancy . (2017). Buku Pedoman Penyelidikan dan Penanggulangan Kejadian Luar Biasa Penyakit Menular dan Keracunan Pangan (Pedoman Epidemiologi Penyakit). Jakarta: Subdit Surveilans Direktorat Jendral Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kemenkes RI.
- Anies (2014) Kedokteran Okupasi Berbagai Penyakit Akibat Kerja Dan Upaya Penanggulangan Dari Aspek Kedokteran. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Anizar. (2012). Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, kedua. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Arep, Ishak Dan Hendri, T. (2003) Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Ariati, N. N. (2013). Gizi dan produktivitas kerja. Jurnal Skala Husada, 10(2), 214-218.
- Arief, L.M. (2012) 'Pengendalian Bahaya Radiasi Elektromagnetik di Tempat Kerja', Jurnal Science, pp. 1–21.
- Ashar, T. D., Saftarina, F., & Wahyudo, R. (2017). Penyakit akibat Panas. Medula, 7(5), 219-223.
- Azara, R. dan Agustini, I. (2020). Mikrobiologi Pangan. Sidoarjo: UMSIDA Press. Available at: <https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-623-6833-64-3/750>.
- Azizmn. (2014). Proses Menjemur Ikan Masin di Kg Genting. Available at: <https://www.flickr.com/photos/elqudus/15726838237>.
- Badan Meteorologi, K. dan G. (BMKG) (2022) Sinar Ultra Violet, BMKG. Available at: <https://www.bmkg.go.id/> (Accessed: 1 October 2022).

- Balaban, N. and Rasooly, A. (2000) 'Staphylococcal enterotoxins', 61(November 2000), pp. 0–10. doi: 10.1016/S0168-1605(00)00377-9.
- Bishehsari, F. et al. (2017) 'Alcohol and Gut-Derived Inflammation.', *Alcohol research: current reviews*, 38(2), pp. 163–171.
- Boyce, J. M. (2016). Modern technologies for improving cleaning and disinfection of environmental surfaces in hospitals. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 5(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13756-016-0111-x>
- B POM [Badan Pengawas Obat dan Makanan]. (2019). Pedoman Penerapan Peraturan Badan POM tentang Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan, Direktorat Standardisasi Pangan Olahan Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahan Badan POM RI. Available at: <https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/pedoman/Pedoman-Penerapan-Peraturan-Badan-POM-Tentang-Cemaran-Mikroba-dalam-Pangan-Olahan.pdf>.
- Bratawidjaja, K. (2004). Alergi dan imunologi pada penyakit akibat kerja. *Cermin Dunia Kedokteran*, 142, 8-9.
- Burni Endang. (2020). Buku Pedoman Penyelidikan dan Penanggulangan Kejadian Luar Biasa Penyakit Menular dan Keracunan Pangan (Pedoman Epidemiologi Penyakit) Edisi REvisi III . Jakarta: Subdit Surveilans Direktorat Jendral Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kemenkes RI.
- Cao, S., Duan, X., Zhao, X., et al. (2014) "Health risks from the exposure of children to As, Se, Pb and other heavy metals near the largest coking plant in China", *Science of the Total Environment*, 472:1001–1009. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.11.124.
- Carrington, D. (2017) "Global pollution kills 9m a year and threatens 'survival of human societies', *The Guardian*.
- CDC Centers for Disease Control. (2008). Chemical disinfectants. *Annual Review of Microbiology*, 2 (1 vol.)(2008), 413–434. <https://doi.org/10.1146/annurev.mi.02.100148.002213>
- Chatterjee, P. (2022) 'International Journal of Research Publication and Reviews Role of Housekeeping Cleaning Equipment and Agent in the world of Hospitality Industry', 3(8), pp. 1642–1646.

- Chen, Z.-F., Zhao, Y., Zhu, Y., et al. (2010) "Health risks of heavy metals in sewage-irrigated soils and edible seeds in Langfang of Hebei province, China", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(2):314–320. doi: 10.1002/jsfa.3817.
- Cheng, J., Ding, C., Li, X., Zhang, T., Wang, X. (2015) "Heavy metals in navel orange orchards of Xinfeng County and their transfer from soils to navel orange", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 122:153–158. doi: 10.1016/j.ecoenv.2015.07.022.
- Chesnais, M., Green, A., Phillips, B., et al. (2019) "Queensland State Heatwave Risk Assessment 2019". Brisbane: Queensland Fire and Emergency Services; <https://www.disaster.qld.gov.au/qermf/Documents/QFES-State-Heatwave-Risk-Assessment-Executive-Summary.pdf>.
- Clark, C., Paunovic, K. (2018) "WHO Environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health", *Int J Environ Res Public Health*.
- Committee, T. B. C. A. (2015) *Food Safety, Sanitation, and Personal Hygiene, Preventing Foodborne Illness*. Available at: <https://opentextbc.ca/foodsafety/chapter/preventing-foodborne-illness/>.
- Copat, C., Bella, F., Castaing, M., Fallico, R., Sciacca, S., Ferrante, M. (2012) "Heavy metals concentrations in fish from Sicily (Mediterranean Sea) and evaluation of possible health risks to consumers", *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 88(1):78–83. doi: 10.1007/s00128-011-0433-6.
- Dancer, S. J. (2013). *Cleaning and decontamination of the healthcare environment. Decontamination in Hospitals and Healthcare*, 370–397. <https://doi.org/10.1533/9780857096692.2.370>
- Dang, K. T. L., Garrido, A. N., Prasad, S., Afanasyeva, M., Lipszyc, J. C., Orchanian-Cheff, A., & Tarlo, S. M. (2022). The relationship between cleaning product exposure and respiratory and skin symptoms among healthcare workers in a hospital setting: A systematic review and meta-analysis. In *Health Science Reports* (Vol. 5, Issue 3). <https://doi.org/10.1002/hsr2.623>
- Darmawan, A. (2013). Penyakit sistem respirasi akibat kerja. *JAMBI MEDICAL JOURNAL* "Jurnal Kedokteran dan Kesehatan", 1(1).

- Delhalle, L., Taminiau, B., Fastrez, S., Fall, A., Ballesteros, M., Burteau, S., & Daube, G. (2020). Evaluation of Enzymatic Cleaning on Food Processing Installations and Food Products Bacterial Microflora. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1–23. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01827>
- Depkes. (2005). *Pedoman Sanitasi Makanan dan Minuman pada Institusi Pendidikan Tenaga Sanitasi*. Jakarta: Depkes Pusat Pendidikan Kesehatan .
- Diglisic, G., Rossi, C.A., Doti, A., Walshe, D.K. (1999) "Seroprevalence study of Hantavirus infection in the community-based population", *Md Med J*, 48:303–306.
- Djarmiko, R. D. (2016). *Keselamatan dan kesehatan kerja*: Deepublish.
- Djukic, D., Moracanin, S. V., Milijasevic, M., Babic, J., Memisi, N., dan Mandic, L. (2016) 'Food safety and food sanitation', *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 14, pp. 25–31.
- Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., ... & Jay, O. (2021) "Hot weather and heat extremes: health risks", *The Lancet*, 398(10301), 698-708.
- Efendi, V.O. dan Yempita, E. (2013). 'Mikrobiologi Hasil Perikanan', Bung Hatta University Press, 1(9), pp. 1–106.
- EPA. (2020a). List N: Products with Emerging Viral Pathogens AND Human Coronavirus claims for use against SARS-CoV-2. Environmental Protection Agency, 1–38.
- EPA. (2020b). List N: Disinfectants for Use Against SARS-CoV-2 (COVID-19). Environmental Protection Agency, 3–5. <https://www.epa.gov/pesticide-registration/list-n-disinfectants-use-against-sars-cov-2-covid-19>
- Eriksson, C., Pershagen, G., Nilsson, M. (2018) "Biological mechanisms related to cardiovascular and metabolic effects by environmental noise", Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- F.A.Shaltout, A.M.Ali and S.M.Rashad (2016) 'Bacterial Contamination of Fast Foods', *Benha Journal of Applied Sciences (BJAS)*, 1(2).
- Farhati, U. L., & Wahyuningsih, A. S. (2021). Pengaruh Intervensi Gizi Kerja melalui Pemberian Makanan Tambahan terhadap Produktivitas Kerja

- pada Pekerja Bagian Packing. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 5(4), 544-555.
- Fréry, N., Maury-Brachet, R., Maillot, E., Deheeger, M., De Mérona, B., Boudou A. (2001) "Gold-mining activities and mercury contamination of native Amerindian communities in French Guiana: Key role of fish in dietary uptake", *Environmental Health Perspectives*, 109(5):449–456. doi: 10.1289/ehp.01109449. doi: 10.1289/ehp.109-1240303.
- García-Esquinas, E., Pérez-Gómez B., Fernández, M.A., et al. (2011) "Mercury, lead and cadmium in human milk in relation to diet, lifestyle habits and sociodemographic variables in Madrid (Spain) *Chemosphere*", 85(2):268–276. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.05.029.
- Gerster, F. M., Vernez, D., Wild, P. P., & Hopf, N. B. (2014). Hazardous substances in frequently used professional cleaning products. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 20(1), 46–60. <https://doi.org/10.1179/2049396713Y.0000000052>
- Gie, T.L. (2000) *Administrasi Perkantoran*. Yogyakarta: Modren Liberty.
- Green, A.D., Buhlmann, K.A., Hagen, C., Romanek, C., Gibbons J.W. (2010) "Mercury contamination in turtles and implications for human health", *Journal of Environmental Health*, 72(10):14–22.
- Hackney, C. R., & Porter, J. (1990). *Cleaning and Sanitation*. In *The Seafood Industry*, (pp. 268-290). Springer, Boston, MA.
- Hariyadi, T. (2019). 'Aplikasi Metoda Foam-Mat Drying pada Proses Pengerangan Tomat Menggunakan Tray Dryer', in *Peran Perguruan Tinggi dalam Menghadapi Disruptive Innovation untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa*, pp. 250–257. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.35313/irwns.v10i1>.
- Hariyanto, K., & Riyanto, O. A. W. (2018). *Analisis Hubungan Faktor Fisik Lingkungan Kerja terhadap Peningkatan Produktivitas Operator Mesin Jahit*.
- Hartriyanti, Y., Suyoto, P. S. T., Sabrini, I. A., & Wigati, M. (2020). *Gizi kerja: UGM PRESS*.
- Hedia, H. S. (2014) 'Bacterial aspect of food poisoning', (June 2022).

- Heliodoro, A. and C, B. M. (2018) 'Contamination by Pathogenic Microorganisms in Water used for Agricultural Irrigation on the Sabana de Bogota , Colombia', (November). doi: 10.19026/ajfst.16.5972.
- Hernández-Cortez, C. (2017) 'Food Poisoning Caused by Bacteria (Food Toxins)', in Palma-Martínez, I. (ed.). Rijeka: IntechOpen, p. Ch. 3. doi: 10.5772/intechopen.69953.
- Hernández-cortez, C. et al. (2017) 'Food Poisoning Caused by Bacteria (Food Toxins)', in Malangu, N. (ed.) *Poisoning - From Specific Toxic Agents to Novel Rapid and Simplified Techniques for Analysis*. Intech Open Science, pp. 33–72. doi: 10.5772/intechopen.69953.
- Héroux, M.E., Verbeek, J. (2018a) "Results from the search for available systematic reviews and meta-analyses on environmental noise", Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Holah, JT. (2003). Cleaning and disinfection. In Lelieveld H, Mostert MA, Holah J, White B (eds) *Hygiene in food processing*. Woodhead Publishing, London, (pp 235–278).
- Hulu, V. T. et al. (2020) *Kesehatan Lingkungan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Hutabarat, J. (2017). *Dasar Dasar Pengetahuan Ergonomi*. In: Media Nusa Creative.
- I, Meily Kurniawidjaja, D.H.R. (2019). *Buku Ajar Penyakit Akibat Kerja dan Surveilans*. Jakarta: UI Publishing.
- Ibrahim Ratna. (2012). *Buku Ajar Sanitasi dan Higiene*. Semarang: UPT UNDIP Press Semarang.
- IESNA (2000) *The IESNA Lighting Handbook Ninth Edition*. USA: Illumination Engineering Society of North America.
- Ihsan, T., & Salami, I. R. S. (2015). Hubungan Antara Bahaya Fisik Lingkungan Kerja Dan Beban Kerja Dengan Tingkat Kelelahan Pada Pekerja Di Divisi Stamping Pt. X Indonesia. *Jurnal Dampak*, 12(1), 10-16.
- Indonesia, P. R. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 Tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Sekretariat Negara, Jakarta.
- Indraswati Denok. (2016). *Kontaminasi Makanan (Food Contamination) Oleh Jamur*. Yogyakarta: Forum Ilmiah Kesehatan (Forikes).

- Indraswati, D. (2016). Kontaminasi Makanan (Food Contamination) oleh Jamur, Forum Ilmiah Kesehatan (FORIKES). Ponorogo: Forum Ilmiah Kesehatan (Forikes).
- Irwan Djoko Windu. (Yogyakarta). Prinsip-Prinsip Higiene Sanitasi Makanan Minuman di Rumah Sakit. 2016: Forum Ilmu Kesehatan (Forikes).
- Janekrongtham, C. et al. (2022) 'Outbreak of seafood-related food poisoning from undetectable *Vibrio parahaemolyticus*-like pathogen, Chiang Mai Province, Thailand, December 2020', *Tropical Medicine & International Health*, 27(1), pp. 92–98. doi: <https://doi.org/10.1111/tmi.13700>.
- Jenie, B.S.L. (2014). 'Sumber Kontaminasi dan Mikroba Indikator', Sanitasi dalam Penanganan Pangan, pp. 1–28. Available at: <http://www.pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/PANG4317-M1.pdf%0Ahttps://www.pustaka.ut.ac.id/lib/pang4317-sanitasi-dalam-penanganan-pangan/#tab-id-3>.
- Jin, Y., Liang, C., He, G., Cao, J. (2003) "Study on distribution of endemic arsenism in China", *Wei sheng yan jiu = Journal of hygiene research*, 32(6):519–540.
- Kassahun, M. and Wongiel, S. (2019) 'Food poisoning outbreak investigation in Dewachefa woreda , Oromia Zone , Amhara', *BMC Research Notes*, pp. 1–6. doi: 10.1186/s13104-019-4407-9.
- Kausar, M.A., Arif, J.M., Alanazi, S.M.M., Alshmmry, A.M.A., Alzapni, Y.A.A., Alanazy, F.K.B., Shahid, S.M.A., Hossain, A. (2016) "Assessment of microbial load in indoor environment of University and hospitals of Hail", *KSA Biochem Cell Arch*. 16(1):177–183.
- Kemenkes, R. (2016). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, Kemenkes RI. Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan R.I. (2021a) Pedoman pengawasan higiene sanitasi pangan berbasis risiko. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Kesehatan R.I. (2021b) Pedoman Penyelenggaraan Terminal Sehat.

- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021) Buku Saku Pengawasan Higiene Sanitasi Pangan Berbasis Risiko. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia (2018) 'Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5', Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja, (567), pp. 1–69. Available at: <https://indolabourdatabase.files.wordpress.com/2018/03/permenaker-no-8-tahun-2010-tentang-apd.pdf>.
- Kerja, M. T. (2010). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 08 Tahun 2010 tentang Alat Pelindung Diri. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi.
- Ketenagakerjaan, K. (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Kerja. In.
- Khabbaz, R. (2019) 'Best Practices for Environmental Cleaning in Healthcare Facilities : in Resource-Limited Settings', Division of Healthcare Quality Promotion, pp. 1–91.
- Khachatourians, G. (2003) 'Fungi In Food Technology', (January). doi: 10.1201/9780203913369.pt2.
- Kitchen Arena .(2020). What is Freeze Drying? Available at: <https://www.kitchen-arena.com.my/blog/freeze-drying.html>.
- Koksoy Vayisoglu, S., & Oncu, E. (2021). The use of cleaning products and its relationship with the increasing health risks during the COVID-19 pandemic. In International Journal of Clinical Practice (Vol. 75, Issue 10). <https://doi.org/10.1111/ijcp.14534>
- Krajnak, K. (2018) "Health effects associated with occupational exposure to hand-arm or whole body vibration" J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 21(5):320-334. doi: 10.1080/10937404.2018.1557576. Epub 2018 Dec 25. PMID: 30583715; PMCID: PMC6415671.
- Kumar, A. (2020) 'Food Poisoning: causes, precautions, diagnosis and treatment: A brief review', World Journal of Biology and Biotechnology, 5(1), pp. 33–36.

- Langgar, D. P., & Setyawati, V. A. V. (2014). Hubungan Antara Asupan Gizi Dan Status Gizi Dengan Kelelahan Kerja Pada Karyawan Perusahaan Tahu Baxo Bu Pudji Di Ungaran Tahun 2014. *VISIQUES: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 13(2).
- Latif, R. V. N., Ristiawati, R., & Istiqomah, N. (2016). Profil potensi penyakit akibat kerja tahapan pembatikan. *Unnes Journal of Public Health*, 5(4), 348-354.
- LESTARI, D.P. (2016). Hubungan Faktor Lingkungan Kerja dengan Kelelahan Kerja pada Pekerja Unit 1 Boiler PJB Tanjung Awar-Awar. Universitas Airlangga,
- Lestari, T. R. P. (2020) 'Penyelenggaraan Keamanan Pangan sebagai Salah Satu Upaya Perlindungan Hak Masyarakat sebagai Konsumen', *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(1), pp. 57-72. doi: 10.22212/aspirasi.v11i1.1523.
- Lestary, L., & Chaniago, H. (2017). Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan. *Jurnal Riset Bisnis Dan Investasi*, 3(2), 94-103.
- Li, B., Wang, Y., Jiang, Y., et al. (2016) "The accumulation and health risk of heavy metals in vegetables around a zinc smelter in northeastern China", *Environmental Science and Pollution Research*, 23(24):25114-25126. doi: 10.1007/s11356-016-7342-5.
- Li, K., Li, S., Huang, T., Dong, C., Li, J., Zhao, B., & Zhang, S. (2019). Chemical cleaning of ultrafiltration membrane fouled by humic substances: Comparison between hydrogen peroxide and sodium hypochlorite. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph16142568>
- Ling, M. L., Apisarntharak, A., Thu, L. T. A., Villanueva, V., Pandjaitan, C., & Yusof, M. Y. (2015). APSIC Guidelines for environmental cleaning and decontamination. *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 4(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13756-015-0099-7>
- Lipton, K., Kantor, L., Manchester, A. and Oliviera, V. (1999) 'Genetic diversity and spoilage potentials', *American Journal of Agricultural Economics*, 81(5), pp. 1325-1325. Available at: http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=5&SID=R19zxKNL1Y6wQxIok8R&page=1&doc=2.

- Liu, J., Luo, X., Wang, J., et al. (2017) "Thallium contamination in arable soils and vegetables around a steel plant— A newly-found significant source of Tl pollution in South China", *Environmental Pollution*, 224:445–453. doi: 10.1016/j.envpol.2017.02.025.
- Logan, A., Abigail, A. and Samuel, A. (2017) 'The causes and Effects of food borne illness (Food Poisoning)', 3(1), pp. 9–15.
- Lukas, L., Suoth, L. F., & Wowor, R. (2018). Hubungan Antara Suhu Lingkungan Kerja dan Jam Kerja dengan Stres Kerja di PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Unit Manado Proyek Universitas Sam Ratulangi. *KESMAS*, 7(4).
- Magerl, M.A. (2008) 'Operating Room Sanitation: Routine Cleaning Versus Terminal Cleaning', *Perioperative Nursing Clinics*, 3(2), pp. 143–148. doi:10.1016/j.cpen.2008.01.007.
- Mamuaja, Christine (2016). Pengawasan Mutu dan Keamanan Pangan (PDF). Manado: Unsrat Press. hlm. 163–165. ISBN 978-979-3660-48-6.
- Mangkunegara. Anwar Prabu (2005) Manajemen Sumber Daya Manusia Perusahaan. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Marco, M. L. Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C.J., Cotter, P.D. and Foligne, B., Ga'nzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., and Hutkins, R. (2017) 'Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond', *Current Opinion in Biotechnology*, 44, pp. 94–102. doi: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.
- Marisdayana, R., Suhartono, S. and Nurjazuli, N. (2016) 'Hubungan Intensitas Paparan Bising Dan Masa Kerja Dengan Gangguan Pendengaran Pada Karyawan PT. X', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 15(1), p. 22. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkli.15.1.22-27>.
- Marriott, N. G. (1997) *Essentials of food sanitation*. Edited by G. Robertson. New York: Chapman & Hall.
- Marriott, N. G. dan Gravani, R. B. (2011) *Principles of Food Sanitation*. Fifth edit. New York: Springer.
- Martin, R.E. (2014) *SEAFOOD INDUSTRY THE SEAFOOD* Edited by.

- Mason, H., C King, J., E Peden, A. et al. (2022) "Systematic review of the impact of heatwaves on health service demand in Australia", *BMC Health Serv Res* 22, 960, <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08341-3>
- Massensini, André Ricardo Romano-Silva, Marco Aurélio Gomez, and Marcus V. (2003) 'Sodium Channel Toxins and Neurotransmitter Release', *Neurochemical Research*, 28(1607–1611). Available at: https://www.academia.edu/13018484/Sodium_channel_toxins_and_neurotransmitter_release.
- McDonnell, G. E. (2017). *Antisepsis, Disinfection, and Sterilization* (Second edi). ASM Press.
- Medina, E., Castro, A., Romero, C., Ramírez, E.M., and Brenes, M. (2016) 'Safety of Fermented Fruits and Vegetables', *Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods*, (December), pp. 355–367. doi: 10.1016/B978-0-12-800605-4.00018-9.
- Menteri Perhubungan R.I. (2015) 'Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia nomor PM 40 Tahun 2015 tentang Standar pelayanan Penyelenggaraan Terminal Penumpang Angkutan Jalan'. Jakarta: Kementerian perhubungan Republik Indonesia, p. 21.
- Moerman, F., Holah, J.T. and Steenaard, P. (2014) 'Hygienic practices for equipment maintenance', *Hygiene in Food Processing: Principles and Practice: Second Edition*, pp. 384–407. doi:10.1533/9780857098634.3.384.
- Moldoveanu, A.M. (2015) "Biological Contamination of Air in Indoor Spaces", *Current Air Quality issues* 489-514. 10.5772/59727.
- Muchtadi, Tien R. dan Ayustaningwarno, F. (2010). *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Bandung: ALFABETA, CV
- Muntikah dan Razak, M. (2017). *Ilmu Teknologi Pangan*. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Available at: <http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/11/ILMU-TEKNOLOGI-PANGAN-FINAL-SC.pdf>.

- Mustofa, M. . (2005) Pengembangan sistem informasi pengawasan sanitasi makanan pada rumah makan di Dinas Kesehatan kabupaten Blora. Universitas Diponegoro.
- Nedelescu, M., Baconi, D., Neagoe, A., et al. (2017) "Environmental metal contamination and health impact assessment in two industrial regions of Romania", *Science of the Total Environment*, 580:984–995. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.053.
- Nevalainen, A., Seuri, M. (2005) "Of microbes and men", *Indoor Air* 15(Suppl 9):58–64. 10.1111/j.1600-0668.2005.00344.x.
- Nouri, M., Haddioui, A. (2016) "Human and animal health risk assessment of metal contamination in soil and plants from Ait Ammar abandoned iron mine, Morocco", *Environmental Modeling & Assessment*, 188(1):1–12. doi: 10.1007/s10661-015-4999-z.
- Noya, L.Y.J., Endah, N. and Joko, T. (2020) 'Pemeriksaan Kualitas Udara Ruang Yang Berhubungan Dengan Angka Kuman di Ruang Operasi Rumah Sakit Sumber Hidup di Kota Ambon 2020', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(5), pp. 679–687. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/27927/24404>.
- Nuraisyah, F., Masyarakat, F. K. and Dahlan, U. A. (2014) 'Penyelidikan KLB Keracunan Makanan di Desa Banjaroyo Kabupaten Kulon Progo Food Intoxication Outbreak Investigation in Banjaroyo Village', pp. 418–425.
- Nurmawati, S. (1996). *Kerusakan Bahan Pangan oleh Mikroorganisme dan Cara Pencegahannya*.
- Ogori, O. A. . and J. J. (2014) 'Review on mechanism of food poisoning by microorganisms', *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 1(5), pp. 19–32.
- OHSAS 18001 (2007) *Occupational Health And Safety Management System Requirements*. Jakarta.
- Otter, J. A., Yezli, S., Barbut, F., & Perl, T. M. (2019). An overview of automated room disinfection systems: When to use them and how to choose them. In *Decontamination in Hospitals and Healthcare*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102565-9.00015-7>

- Ownby, D.R., Peterson, E.L., Wegienka, G. (2013) "Are Cats and Dogs the Major Source of Endotoxin in Homes? Indoor Air", 23(3):219–226. doi: 10.1111/ina.12016.
- Pareja-Carrera, J., Mateo, R., Rodríguez-Estival, J. (2014) "Lead (Pb) in sheep exposed to mining pollution: Implications for animal and human health", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 108:210–216. doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.07.014.
- Parkinson, N.G. (2012) 'Cleaning and Sanitation', *The Seafood Industry: Species, Products, Processing, and Safety: Second Edition*, pp. 297–307. doi:10.1002/9781118229491.ch22.
- Pegram, R. A. (2000). Environmental health criteria for disinfectants and disinfectant by-products. *Environmental Health Criteria*, 216, 1–499.
- Peng, Q., Greenfield, B.K., Dang, F., Zhong, H. (2016) "Human exposure to methylmercury from crayfish (*Procambarus clarkii*) in China", *Environmental Geochemistry and Health*, 38(1):169–181. doi: 10.1007/s10653-015-9701-4.
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemarkan Mikroba Dalam Pangan Olahan.
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pangan Iradiasi.
- Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia nomor 1096/menkes/per/vi/2011 tentang hygiene sanitasi jasaboga. 2011. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI. (2011). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1096/MENKES/PER/VI/2011. Jakarta: Kemenkes RI.
- Permenaker No. 5 Tahun 2018 (2018) 'Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018', Jakarta: Kemenaker RI, 5, pp. 1–258. Available at: <https://jdih.kemnaker.go.id/keselamatan-kerja.html>.
- Permenakertrans No 13 Tahun 2011 (no date) 'Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 Tentang', Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi, pp. 1–48.

- Permenkes No. 70 Tahun 2016 (2016) STANDAR DAN PERSYARATAN KESEHATAN LINGKUNGAN KERJA INDUSTRI. Jakarta.
- Preetha, S. S. and Narayanan, R. (2020) 'Factors Influencing the Development of Microbes in Food', *Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities*, 7(3), pp. 57–77. doi: 10.34293/sijash.v7i3.473.
- Presiden Republik Indonesia. (2014) 'Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan'. Jakarta: Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, p. 59.
- Prinajati, P. D., & Noviana, L. (2022). Analysis of Building Sanitation And Cleaning Facilities Case Study of Environmental Service Company. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 6(1), 23-34.
- Process, M. et al. (2020) 'The Bacillus cereus Food Infection as', pp. 1–37.
- Pudjirahayu, Astutik (2018). Pengawasan Mutu Pangan (PDF). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. hlm. 73–90.
- Puspawati Catur. (2019). Kesehatan Lingkungan Teori dan Aplikasi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Putro, W. W., & Sari, S. I. K. (2018). Ergonomi untuk Pemula: (Prinsip Dasar & Aplikasinya): Universitas Brawijaya Press.
- Querdibitty, C. D., Wetherill, M. S., Sisson, S. B., Williams, B., Aithinne, K., Seo, H., Inhofe, N. R., Campbell, J., Slawinski, M., & Salvatore, A. L. (2022). Cleaning Products Commonly Used in Oklahoma Family Child Care Homes: Implications for Respiratory Risk and Children's Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 35409980. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074299>
- Ramadhanti, A. A. (2020). Status Gizi dan Kelelahan terhadap Produktivitas Kerja. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 9(1), 213-218.
- Ramaswamy, R. et al. (2019) Food safety engineering, Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering. doi:10.1016/B978-0-12-814803-7.00004-X.
- Rautiainen, P., Hyttinen, M., Ruokolainen, J., et al. (2019) "Indoor air-related symptoms and volatile organic compounds in materials and air in

- the hospital environment", *Int J Env Health Res.* 29(5):479–488. doi: 10.1080/09603123.2018.1550194.
- Rejeki, S. (2016). Kesehatan dan keselamatan kerja. In: Badan PPSDM Kesehatan.
- Rini, C.S. dan Rochmah, J. (2020). *Bakteriologi Dasar*. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Robbins, Stephen P. dan Coulter, M. (2010) *Manajemen Edisi Kesepuluh*. Edisi Kese. Jakarta: Erlangga.
- Roday, S. (2011) *Food hygiene and sanitation: with case studies*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education Private Limited.
- Roestijawati, N., Ernawati, D. A., Wicaksana, M. A., & Krisnansari, D. (2017). Skrining penyakit akibat kerja pada nelayan di kampung nelayan desa sidakaya cilacap. *Prosiding*, 7(1).
- Salawati, L. (2015a). Penyakit akibat kerja dan pencegahan. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 15(2), 91-95.
- Salawati, L. (2015b). Penyakit Akibat Kerja oleh Karena Pajanan Serat Asbes. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 15(1), 44-50.
- Salazar, M.J., Rodriguez, J.H., Nieto, G.L., Pignata, M.L. (2012) "Effects of heavy metal concentrations (Cd, Zn and Pb) in agricultural soils near different emission sources on quality, accumulation and food safety in soybean [*Glycine max (L.) Merrill*]", *Journal of Hazardous Materials*, 233-234:244–253. doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.07.026.
- Samitz, G., Egger, M., Zwahlen, M. (2011) "Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies", *Int J Epidemiol* 2011;40:1382–400. 10.1093/ije/dyr112.
- Santoso, G. (2004). *Ergonomi manusia, peralatan dan lingkungan*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Saputra, A. W., Asih, E. W., & Sodikin, I. (2014). Analisis Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja (PAK) Pada Pekerja Ground Handling Di Bandara Adisutjipto Yogyakarta Studi Kasus PT. Gapura Angkasa. *Jurnal Rekavasi*, 2(1), 1-7.

- Schmidt, R. H. (1997). Basic elements of equipment cleaning and sanitizing in food processing and handling operations. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS.
- Schmidt, R.H. (1997) 'University of Florida. Original publication date'. Available at: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Schoyer, E., & Hall, K. (2020). Environmental Cleaning and Decontamination to Prevent *Clostridioides difficile* Infection in Health Care Settings: A Systematic Review. *Journal of Patient Safety*, 16(3S Suppl 1), S12–S15. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000749>
- Scott, R. and Sullivan, W. C. (2008) 'Introduction: Fermentation as an Ecological Process', 15(1), pp. 25–31.
- Sedarmayanti (2009) Sumber Daya Manusia Dan Produktivitas Kerja. Bandung: PT. Mandar Maju.
- Sedarmayanti (2011) Tata Kerja Dan Produktivitas Kerja :Suatu Tinjauan Dari Aspek Ergonomi Atau Kaitan Antara Manusia Dengan Lingkungan Kerjanya. Cetakan Ke. Bandung: PT. Mandar Maju.
- Sharma, R., Garg, P., Kumar, P., Bhatia, SK., and Kulshrestha, S. (2020) 'Microbial fermentation and its role in quality improvement of fermented foods', *Fermentation*, 6(4), pp. 1–20. doi: 10.3390/fermentation6040106.
- Simanjuntak, P.J. (2003) Produktivitas Kerja Pengertian Dan Ruang Lingkupnya. Jakarta: Prisma.
- Sitanggang, A.B. (2017). 'Faktor Kerusakan Produk Bakeri dan Pengendaliannya', *Foodreview Indonesia*, 12(2).
- Soedirman, S.P. (2014). Kesehatan Kerja dalam Perspektif Hiperkes dan Keselamatan Kerja. Jakarta: S.I, Penerbit Erlangga.
- Soeripto. (2008). Higiene Industri. Jakarta: Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- SS Narina (2020) Bacteria Associated with Food, *Acta Scientific Microbiology*. doi: 10.31080/asmi.2020.03.0557.
- Suma'mur (2014) Higiene Perusahaan Dan Kesehatan Kerja. Jakarta: Gunung Agung.

- Suma"mur. (2014). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (HIPERKES)*. Jakarta: CV Sagung Seto.
- Supardi, I. (2003) *Lingkungan Hidup dan Kelestrariannya*. Bandung: PT. Alumni.
- Susiwi, (2013). *Kerusakan Pangan*. Universitas Pendidikan Indonesia: FPMIPA.
- Susiwi, S. (2009). 'Kerusakan Pangan', *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*, pp. 1–8. Available at: [http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._KIMIA/195109191980032-SUSIWI/SUSIWI-28\)._Kerusakan_Pangan.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._KIMIA/195109191980032-SUSIWI/SUSIWI-28)._Kerusakan_Pangan.pdf).
- Suwito, W. (2010). 'Bakteri yang Sering Mencemari Susu: Deteksi, Patogenesis, Epidemiologi, dan Cara Pengendaliannya', *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(3), pp. 96–100. Available at: <http://pustaka.litbang.pertanian.go.id/publikasi/p3293103.pdf>.
- Syamsinar (2017). "Penerapan Sanitation Standard Operating Procedure (SSOP) pada Pengolahan Udang Putih (*Litopenaeus Vannamei*) Soaking Peeled Devine (SPD) Aqua King di PT. Bogatama Marinusa Makassar" (PDF). Repository Polipangkep. Diakses tanggal 14 Juni 2021.
- Tasnim, T. and Lusida, M. I. (2019) Pengembangan model keterlibatan masyarakat sipil dalam pengawasan makanan cepat saji (Community-Based Food Control) untuk meningkatkan higiene dan sanitasi makanan. Kendari.
- Tasnim, T. and Lusida, M. I. (2020) 'The relationship between cadre's capacity and assessing to the fast food seller's performance in food hygiene and sanitation in Mokoau Primary Health Care, Kendari City', *Infectious Disease Reports*, 12(1), p. 8765. doi: 10.4081/idr.2020.8765.
- Tekin-Özan, S. (2008) "Determination of heavy metal levels in water, sediment and tissues of tench (*Tinca tinca* L., 1758) from Beyşehir Lake (Turkey)", *Environmental Modeling&Assessment*, 145(1–3):295–302. doi: 10.1007/s10661-007-0038-z.
- Thaha, M. A. (2008). Penyakit Kulit Akibat Kerja. *Jurnal Kedokteran & Kesehatan*, 40(4), 2326-2333.
- Tobey, J. A. (1920) 'Hygiene and Sanitation', *American Journal of Public Health*, 10(2), pp. 169–169. doi: 10.2105/ajph.10.2.169-a.

- Troller JA (1993) Cleaning. In Sanitation in food processing, 2nd edn. Academic, New York, (pp 30–51).
- Umadevi, M., Pavan, S. and Bhowmik, D. (2013) 'Food poisoning and its safety precaution', 1(June), pp. 314–323.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. 17 November 2012. Lembaran Negara Republik Indonesia tahun 2012 nomor 227. Jakarta: Republik Indonesia.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan. 2009. Jakarta: Republik Indonesia.
- Undang-Undang RI. (1996). Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1996. Jakarta: Kementrian RI.
- Utami, S. R. (2012). Status gizi, kebugaran jasmani dan produktivitas kerja pada tenaga kerja wanita. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 74-80.
- Varzakas, T. dan Constantina, T. (2016) Handbook of Frozen Food Processing and Packaging, Second Edition. Available at: <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=sxzOBQAAQBAJ&pgis=1>.
- Voidarou, C., Antoniadou, M., Rozos, G., Tzora, A., Skoufos, I., Varzakas, T., Lagiou, A. and Bezirtzoglou, E. (2021) 'Fermentative foods: Microbiology, biochemistry, potential human health benefits and public health issues', *Foods*, 10(1), pp. 1–27. doi: 10.3390/foods10010069.
- Vromman, V., Saegerman, C., Pussemier, L., et al. (2008) "Cadmium in the food chain near non-ferrous metal production sites", *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 25(3):293–301. doi: 10.1080/02652030701509980.
- Wang, G., Gong, Y., Zhu, Y.X., Miao, A.J., Yang, L.Y., Zhong H. (2017) "Assessing the risk of Hg exposure associated with rice consumption in a typical city (Suzhou) in eastern China", *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Wang, X., Demirci, A., Puri, V, M. (2016). Electrolyzed oxidizing water for food and equipment decontamination. In: Lelieveld H, Holah J, Gabric D (eds) *Handbook of hygiene control in the food industry*, 2nd edn. Woodhead Publishing, Oxford, (pp 503–520).

- Wang, X., Puri, M. V., & Demirci, A. (2020). Equipment Cleaning, Sanitation, and Maintenance. In *Food safety engineering* (pp. 333-349). Springer, Cham.
- Wardah Tatang. (2014). *Mikrobiologi Pangan (Teori dan Praktik)*. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Watari, T. et al. (2021) 'A review of food poisoning caused by local food in Japan', (September 2020), pp. 15–23. doi: 10.1002/jgf2.384.
- Whitman, W. B. (2009) 'The modern concept of the procaryote', *Journal of Bacteriology*, 191(7), pp. 2000–2005. doi: 10.1128/JB.00962-08.
- WHO (2021) The burden of foodborne diseases in the who european region.
- WHO. (2009) "WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould", World Health Organization, Copenhagen.
- Widiastuti, R. (2020). Penentuan Nilai Ambang Batas Kebisingan di Tempat Kerja Berdasarkan Keinginan Pekerja. February, 0–8.
- Widiastuty N, Almira Vita G.(2019). Higiene dan sanitasi dalam penyelenggaraan makanan. Yogyakarta, Penerbit K-Media
- Widyastusti Nurmasari. (2019). Higiene dan Sanitasi dalam Penyelenggaraan Makanan/Higiene dan Sanitasi Makanan. Yogyakarta: K_Media.
- Widyastuti, N. dan Almira, V. G. (2019) Higiene dan Sanitasi dalam Penyelenggaraan Makanan. Yogyakarta: K-Media.
- Widyastuti, N. dan Almira, V.A. (2019). Higiene dan Sanitasi dalam Penyelenggaraan Makanan, K-Media. Yogyakarta: K-Media. Available at: [https://doc-pak.undip.ac.id/4294/1/Buku HS dalam Penyelenggaraan Makanan_B5_Nurmasari Widyastuti.pdf](https://doc-pak.undip.ac.id/4294/1/Buku%20HS%20dalam%20Penyelenggaraan%20Makanan_B5_Nurmasari%20Widyastuti.pdf).
- World Health Organization. (1988) "Regional Office for Europe: Indoor air quality: biological contaminants", Report on a WHO meeting, Rautavaara, 29 August -2 September 1988.
- Xiao, R., Wang, S., Li, R., Wang, J.J., Zhang, Z. (2017) "Soil heavy metal contamination and health risks associated with artisanal gold mining in Tongguan, Shaanxi, China", *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 141:17–24. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.03.002.

- Yu, I.T.S., Li, Y., Wong, T.W., Tam, W., Chan, A.T., Lee, J.H.W., et al. (2004) "Evidence of Airborne Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus", *N Engl J Med*, 350:1731–1739. doi: 10.1056/NEJMoa032867.
- Yulianto. (2020). *Higiene, Sanitasi dan K3*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Zabrodkii, P. F. (2020) 'Food Poisoning . Bacteria Associated with Food Food Poisoning . Bacteria Associated with Food', (February), pp. 2–3. doi: 10.31080/ASMI.2020.03.0503.

Biodata Penulis



Jernita Sinaga, SKM.MPH, Dosen Poltekkes Kemenkes Medan, Jurusan Kesehatan Lingkungan. Jernita Sinaga, SKM.MPH, lahir di Hutabayu Marubun, pada tanggal 08 Juni 1974. Tahun 2004 bergabung di Poltekkes Kemenkes Medan pada Jurusan Kesehatan Lingkungan dan dosen tetap pada tahun 2017 pada Poltekkes Kemenkes Medan Jurusan kesehatan Lingkungan dan pada saat ini menjabat sebagai Koordinator Kemahasiswaan dan Unit Penjaminan Mutu. Menyelesaikan pendidikan Sarjana muda (1997) di Akademi Kesehatan Lingkungan meraih gelar (AMKL) dan Sarjana Kesehatan Masyarakat (2011) dengan ilmu minat Jurusan Kesehatan Lingkungan pada Universitas Sumatera Utara dengan gelar (SKM). Gelar Master of Public Health (MPH) diperoleh dari Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat pada Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tanggal 19 Juli 2017, dengan Ilmu Kesehatan Lingkungan. Disiplin ilmu yang disandang adalah Ilmu Kesehatan Lingkungan. Sebagai Dosen pada Poltekkes Kemenkes Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan dengan Mata Kuliah yang diampuh adalah Penyehatan Makanan dan Minuman, Mikrobiologi Lingkungan, Tehnik Pengambilan Sampel, Pengendalian Vektor, Penyehatan Tanah dan Pengelolaan Sampah.



Anshah Silmi Afifah lahir di Blora 28, Mei 1992 dan biasa disapa Silmi. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 Teknik Lingkungan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Profesi saat ini sebagai dosen di Politeknik Industri Furnitur dan Pengolahan Kayu Kendal. Email pribadi : anshah.silmi@gmail.com.



Prima Endang Susilowati lahir di Tegal, pada 2 Oktober 1968. Wanita yang kerap disapa Prima ini adalah anak pertama dari pasangan Almarhum Nurhedi (ayah) dan Almarhumah Soefiatin (ibu). Ia tercatat sebagai lulusan Program Doktor Institut Teknologi Bandung (2008), bidang ilmu yang ditekuni adalah Kimia-Biokimia. Prima Endang Susilowati adalah dosen Program Studi Gizi Universitas Siliwangi Tasikmalaya, sebelumnya bekerja sebagai dosen Universitas Halu Oleo. Mata kuliah yang diampu adalah biokimia, mikrobiologi, bioteknologi, mikrobiologi industri, metabolisme zat gizi, kimia dasar, rekayasa genetik.



Indah Oktaviani lahir di Bandung, 16 Oktober 1989. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Biologi Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) dan Magister Biologi Institut Teknologi Bandung (ITB). Profesi penulis saat ini sebagai dosen Biologi dengan konsentrasi biomolekuler dan bioteknologi tumbuhan di Institut Teknologi Sumatera (ITERA), Lampung selatan. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan S3 di Program Studi Doktor Biologi, ITB dengan topik penelitian buah fungsional sebagai holobion.



Riyana Husna lahir di Palangki, pada 5 Februari 1997. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Padang dan lulusan Magister di Universitas Diponegoro, Semarang. Wanita yang kerap disapa Ana ini adalah anak dari pasangan Suhardi (ayah) dan Yulsatriana (ibu). walaupun Riyana Husna seorang dosen yang sangat muda tapi karya nya sudah banyak tercatat di Google Scholar dengan terbitan jurnal-jurnal yang sudah terakreditasi sinta 2 & 4.



Pangan Indonesia (PATPI).

Khoirin Maghfiroh lahir di Lamongan, pada 21 Mei 1989. Ia tercatat sebagai lulusan Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Muhammadiyah Malang tahun 2010. Pada tahun 2014 menyelesaikan Program Magister di Universitas Brawijaya Malang, kemudian pada tahun 2022 mendapatkan gelar Doktor pada bidang Biomaterial dan Molekuler, Biokomputasi Sains dan Etnobotani di Universitas Brawijaya Malang. Ia sebagai dosen Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Yudharta Pasuruan. Sejak tahun 2015 mengajar mata kuliah Mikrobiologi Umum dan Mikrobiologi Pangan. Kemudian aktif menjadi anggota Perhimpunan Ahli Teknologi



sebagai Dosen tetap di Fakultas Kesehatan Masyarakat di Universitas Sumatera Utara (FKM USU).

Winni R.E. Tumanggor lahir di Perk. Sipare-pare Kabupaten Batu Bara, pada 15 April 1990. Ia menyelesaikan studi S1 pada Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara pada Tahun 2012. Kemudian Winni menyelesaikan studi S2 pada Peminatan Kesehatan Masyarakat di Prodi S2 FKKMK UGM pada Tahun 2015. Setelah menyelesaikan pendidikan S2, Winni dipercaya sebagai asisten dosen Departemen HBSE Prodi S2 IKM FKKMK UGM selama satu tahun. Sejak Tahun 2018 – sekarang, Winni telah resmi bergabung



Abbas Mahmud, lahir di Ujung Pandang, pada 11 Januari 1974. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Farmasi dan Profesi Apoteker di Universitas Hasanuddin (UNHAS), Magister (S-2) di bidang Biomedik – Mikrobiologi juga dari Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Pria yang kerap disapa Abbas ini adalah anak dari pasangan H. Mahmud (ayah) dan Hj. Hasnah (ibu). Abbas Mahmud bekerja sebagai Dosen di Jurusan Kebidanan Poltekkes Kemenkes Mamuju sejak 2012.



Nurul Hidayah Nasution, SKM, M.K.M lahir di Kota Padangsidempuan, pada 12 September 1991. Lulus Sarjana dengan mengambil peminatan kesehatan lingkungan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara tahun 2014. Lulus Magister juga dengan mengambil peminatan kesehatan lingkungan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia tahun 2016. Saat ini merupakan dosen tetap Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Program Sarjana Universitas Afa Royhan di Kota Padangsidempuan. Mengampu mata kuliah Dasar Kesehatan Lingkungan, Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), Pencemaran Lingkungan, Analisis Kualitas Lingkungan, Kesehatan Lingkungan Perumahan dan Permukiman. Aktif menulis artikel diberbagai jurnal ilmiah.



Wa Ode Sitti Budiatty lahir di Makassar, pada 2 November 1984. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Muslim Indonesia. Wanita yang kerap disapa Budi ini adalah anak dari pasangan Alm. La Ode Ahali (ayah) dan Almh. Sitti Marawiah (ibu). Memiliki Suami bernama Usman Nurdin dan Putri-putri yang cantik Aisyah Nur Afiiqah dan Syasya Syaurah. Wa Ode Sitti Budiatty adalah Dosen Program Studi D3 RMIK Politeknik Baubau.



Sri Malem Indirawati lahir di Medan, pada 7 Agustus 1971. Menempuh studi di Diploma III Prodi Higiene Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (Hiperkes & KK) Universitas Sebelas Maret Tahun 1993, melanjutkan studi di Universitas Indonesia FKM UI, jenjang studi S2 dan S3 dilanjutkan di Program studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Sumatera Utara. Wanita ini adalah anak dari pasangan Mahmud Sembiring (ayah) dan Bunga Siang Br Barus (ibu). Sri Malem adalah dosen di FKM USU. Ia aktif dalam organisasi PERWAKU (Perhimpunan cendekiawan Lingkungan Indonesia) DPW Sumatera utara sebagai Wakil Ketua Bidang I dan sebagai Sekretaris di AIPTKMI Regional Barat dalam Penulis memiliki banyak pengalaman penelitian dan pengabdian yang di publikasi pada jurnal Internasional maupun nasional terakreditasi. Penulis juga aktif menulis buku teks (ISBN) diantaranya: Multifaset Pembangunan Kesehatan Masyarakat (Citapustaka media, 2013), Ilmu Kesehatan Masyarakat, Keperawatan dan Kebidanan Dalam Pembangunan Indonesia (Citapustaka media, 2015) dan Buku Ajar Pencemaran Lingkungan (2018).



DrPH. Tasnim, SKM., MPH, lahir di Gresik, Jawa Timur pada tanggal 09 Mei 1966. Menyelesaikan studi Sarjana Kesehatan Masyarakat, Bidang Studi Promosi Kesehatan di Universitas Hasanuddin, Makassar pada tahun 1995. Menjadi alumnus Master of Public Health di Flinders University, Australia pada tahun 2009 dan menyelesaikan program Doctor of Public Health di Flinders University, Australia pada tahun 2014.

Memulai karir di International Non-Government Organization untuk program Community Development and empowerment di CARE International Indonesia untuk periode tahun 1990 – 2001 dan di Lembaga AusAID untuk periode tahun 2001-2007. Sejak tahun 2010 hingga saat ini sebagai dosen di Universitas Mandala Waluya di Kendari. Pengalaman karirnya pernah menjabat sebagai Ketua Prodi PascaSarjana di STIKES-MW

tahun 2016-2017, sebagai Ketua STIKES-MW Kendari tahun 2017-2020, dan terakhir menjadi Rektor 1 di Universitas Mandala Waluya tahun 2020-2021.



Rd. Indah Nirtha NNPS, ST. M.Si. Lahir pada tanggal 19 Juni 1977 di Kota Palu Sulawesi Tengah. Pendidikan S1 ditempuh di Program Studi Teknik Lingkungan Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan "YLH" Yogyakarta dan S2 di Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Gadjah Mada. Saat ini penulis bekerja sebagai Staf Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan.

HYGIENE, SANITASI, DAN KESELAMATAN KERJA

Keamanan pangan menjadi salah satu syarat bagi jaminan keamanan pangan ada pada pasar global atau internasional yang aman untuk dikonsumsi masyarakat. Keamanan makanan dasarnya meliputi upaya hygiene dan sanitasi makanan, keselamatan kerja (safety). Kegiatan dan tindakan dalam upaya keamanan makanan bertujuan untuk penyehatan makanan untuk mencegah terjadinya foodborne disease (penyakit bawaan makanan), penyakit bawaan makanan adalah keracunan disebabkan penanganan makanan yang kurang, termasuk hygiene personal buruk dan kontaminasi pada hidangan makanan penjualan dan ditempat produksi.

Buku ini disusun secara sistematis dan sangat lengkap penjabarannya secara komprehensif yang terdiri dari atas 13 bab, yaitu:

- Bab 1 Definisi dan Tujuan Penerapan Sanitasi, Hygiene, dan Keselamatan Kerja
- Bab 2 Sumber Kontaminan
- Bab 3 Mikrobiologi Pangan
- Bab 4 Objek Sanitasi dan Hygiene Pangan
- Bab 5 Keracunan dan Kerusakan Makanan
- Bab 6 Mikroorganisme Penyebab Keracunan Makanan
- Bab 7 Pengendalian Mikroorganisme Dalam Pengolahan Untuk Mencegah Kerusakan
- Bab 8 Bahan Pembersih dan Bahan Saniter
- Bab 9 Pengendalian Kondisi Fisik Pekerja
- Bab 10 Prosedur Sanitasi
- Bab 11 Pembersihan dan Sanitasi Ruang Serta Peralatan
- Bab 12 Pengawasan Sanitasi dan Hygiene
- Bab 13 Keselamatan dan Kesehatan Kerja



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

KESEHATAN - Referensi

ISBN 978-623-342-626-8



Hygiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

< 1%

★ cwww.intechopen.com

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Hygiene, Sanitasi, dan Keselamatan Kerja

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107

PAGE 108

PAGE 109

PAGE 110

PAGE 111

PAGE 112

PAGE 113

PAGE 114

PAGE 115

PAGE 116

PAGE 117

PAGE 118

PAGE 119

PAGE 120

PAGE 121

PAGE 122

PAGE 123

PAGE 124

PAGE 125

PAGE 126

PAGE 127

PAGE 128

PAGE 129

PAGE 130

PAGE 131

PAGE 132

PAGE 133

PAGE 134

PAGE 135

PAGE 136

PAGE 137

PAGE 138

PAGE 139

PAGE 140

PAGE 141

PAGE 142

PAGE 143

PAGE 144

PAGE 145

PAGE 146

PAGE 147

PAGE 148

PAGE 149

PAGE 150

PAGE 151

PAGE 152

PAGE 153

PAGE 154

PAGE 155

PAGE 156

PAGE 157

PAGE 158

PAGE 159

PAGE 160

PAGE 161

PAGE 162

PAGE 163

PAGE 164

PAGE 165

PAGE 166

PAGE 167

PAGE 168

PAGE 169

PAGE 170

PAGE 171

PAGE 172

PAGE 173

PAGE 174

PAGE 175

PAGE 176

PAGE 177

PAGE 178

PAGE 179

PAGE 180

PAGE 181

PAGE 182

PAGE 183

PAGE 184

PAGE 185

PAGE 186

PAGE 187

PAGE 188

PAGE 189

PAGE 190

PAGE 191

PAGE 192

PAGE 193

PAGE 194

PAGE 195

PAGE 196

PAGE 197

PAGE 198

PAGE 199

PAGE 200

PAGE 201

PAGE 202

PAGE 203

PAGE 204

PAGE 205

PAGE 206

PAGE 207

PAGE 208

PAGE 209

PAGE 210

PAGE 211

PAGE 212

PAGE 213
