BIOLOGI & MIKROBIOLOGI

DALAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

Disusun Oleh:

Santhy Syafriani
Syakhila Pradhani
Reni Mutiara
Rio Animenendra
Irham Ansya

UNILAK PRESS

Biologi & Mikrobiologi Dalam Keselamatan Dan Kesehatan Kerja
Copyright ©2025

Penulis: Santhy Syafriani, Syakhila Pradhani, Reni Mutiara, Rio Animenendra, Irham Ansya
Editor: Reni Mutiara
Desain Cover: Santhy Syafriani
Desain Isi: Santhy Syafriani

Cetakan Pertama, Desember 2025
x, 165 halaman : 24 cm.
ISBN: -

Penerbit:

Unilak Press
Jalan Yos Sudarso Km. 08 Rumbai, Pekanbaru.
WhatsApp: 0853-7869-2035
Email: unilakpress@unilak.ac.id
Homepage: https://press.unilak.ac.id

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang.
Dilarang memperbanyak sebagian atas seluruh isi buku ini tanpa izin penulis dan penerbit.

PRAKATA

Buku ini hadir di hadapan Anda sebagai sebuah respons terhadap kebutuhan yang mendesak dalam dunia Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di Indonesia. Selama ini, fokus K3 seringkali tertuju pada bahaya fisik, kimia, dan ergonomi, sementara bahaya biologis, musuh tak kasat mata di lingkungan kerja, belum mendapatkan perhatian yang sepadan. Padahal, dampak dari paparan mikroorganisme dapat berkisar dari iritasi ringan hingga penyakit fatal yang berujung pada kerugian produktivitas dan bahkan nyawa. Urgensi pemahaman ini semakin terasa di era pasca pandemi dan meningkatnya interaksi manusia dengan lingkungan kerja yang semakin kompleks, mulai dari fasilitas kesehatan, industri pengolahan limbah, hingga gedung perkantoran modern. Tujuan utama penulisan buku ajar ini adalah untuk menjembatani kesenjangan pengetahuan tersebut. Kami berupaya menyajikan konsep-konsep dasar biologi dan mikrobiologi dalam konteks yang relevan, praktis, dan mudah diaplikasikan bagi para praktisi, mahasiswa, dan akademisi K3.

KATA PENGANTAR

Penulis memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya, buku ajar berjudul "Biologi & Mikrobiologi dalam Keselamatan dan Kesehatan Kerja" ini dapat terselesaikan. Buku ini disusun dengan harapan dapat menjadi panduan komprehensif yang tidak hanya membekali pembaca dengan landasan teoretis, tetapi juga dengan kemampuan praktis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya biologis di tempat kerja. Harapan kami, mahasiswa dan pembaca tidak hanya melihat mikroorganisme sebagai ancaman, melainkan memahaminya sebagai bagian dari ekosistem kerja yang perlu dikelola dengan bijak. Ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, inspirasi, dan masukan berharga selama proses penulisan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi kemajuan ilmu K3 di Indonesia dan membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat bagi semua.

Hormat Kami

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
BAB 1: PENGANTAR BIOLOGI & MIKROBIOLOGI 1
Tujuan Pembelajaran: 1
Pendahuluan 1
1.1 Konsep Dasar Biologi & Mikrobiologi serta Relevansinya bagi K3 2
1.1.1 Pengertian Dasar Sel, Mikroorganisme, dan Prinsip K3 3
1.1.2 Peran Mikroorganisme Positif vs. Negatif (Bahaya vs. Manfaat) 4
1.1.3 Terminologi Utama dalam Biologi K3 (Kontaminasi, Infeksi, Vektor) . 5
1.2 Hubungan Paparan Mikroba dengan Penyakit Akibat Kerja 6
1.2.1 Kriteria Penyakit Akibat Kerja (PAK) Biologis 7
1.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kerentanan Pekerja (Imunitas, Dosis) 8
1.2.3 Contoh Umum PAK Biologis (Tuberculosis, Legionellosis) 8
Rangkuman Bab 9
Latihan Mahasiswa 10
BAB 2: KONSEP FAKTOR BIOLOGI DALAM K3 13
Tujuan Pembelajaran: 13
Pendahuluan 13
2.1 Definisi Faktor Biologi di Tempat Kerja 14
2.1.1 Ruang Lingkup Faktor Biologi (Mikroba, Tumbuhan, Hewan) 15
2.1.2 Batas Aman Paparan dan Regulasi Terkait (Jika Ada) 20
2.2 Identifikasi Sektor Kerja Berisiko dan Metode Identifikasi Awal 20
2.2.1 Identifikasi Berdasarkan Proses Kerja dan Lingkungan 22
2.2.2 Metode Observasi Lapangan dan Wawancara (Penggunaan Ceklist) .. 22
2.2.3 Penentuan Prioritas Risiko Berdasarkan Kemungkinan dan Keparahan 23
2.3 Studi Kasus Sederhana Paparan Mikroba 24
2.3.1 Kasus Paparan di Lingkungan Kantor (Sick Building Syndrome) 25
2.3.2 Kasus Paparan di Industri Pengolahan Limbah 26
2.3.3 Analisis Sumber, Jalur, dan Populasi Terekspos 27
Rangkuman Bab 27
Latihan Mahasiswa: 28
Glosarium Bab 30
BAB 3: AGEN BIOLOGI & BIOHAZARD 31
Tujuan Pembelajaran: 31
Pendahuluan 31
3.1 Klasifikasi Agen Biologis (Bakteri, Virus, Jamur, Parasit) 32
3.1.1 Karakteristik Bakteri (Prokariot) dan Perannya dalam K3 33
3.1.2 Karakteristik Virus (Aseluler) dan Mekanisme Penularan 33

3.1.3 Karakteristik Jamur/Parasit dan Risiko Kronis/Alergi 34
3.2 Relevansi Mikrobiologi dalam K3 (Biohazard di Tempat Kerja) 35
3.2.1 Definisi dan Klasifikasi Bahaya Biologi (Biohazard) 36
3.2.2 Identifikasi Sektor Kerja Berisiko Tinggi (RS, Migas, Perkebunan dan Manufaktur) 37
3.2.3 Jalur Utama Paparan di Lingkungan Kerja (Inhalasi, Kontak Kulit, Ingesti) 37
3.3 Simbol Biohazard dan Level Risiko Biosafety (BSL-1 s.d. BSL-4) 38
3.3.1 Tujuan dan Penggunaan Simbol Biohazard Standar 39
3.3.2 Kriteria BSL-1 dan BSL-2 (Praktik Lab Dasar dan APD) 40
3.3.3 Kriteria BSL-3 dan BSL-4 (Fasilitas Khusus dan Kontrol Ketat) 40
3.4 Penyajian Dataset Sederhana Bahaya Biologis 41
3.4.1 Struktur Data: Agen, Sumber, Sektor, Efek Kesehatan 42
3.4.2 Interpretasi Data untuk Penentuan Kontrol 42
3.4.3 Keterbatasan Data dan Pentingnya Pembaruan 43
Rangkuman Bab 43
Latihan Mahasiswa 44
Glosarium Bab 46
BAB 4: DAMPAK FAKTOR BIOLOGI DI LINGKUNGAN KERJA 47
Tujuan Pembelajaran 47
Pendahuluan 47
4.1 Dampak Paparan Biologis: Infeksi, Alergi, dan Toksisitas 48
4.1.1 Mekanisme Infeksi dan Penyakit Akut 49
4.1.2 Mekanisme Reaksi Alergi (Asma Kerja, Dermatitis Kontak) 49
4.1.3 Dampak Toksisitas (Mikotoksin, Endotoksin Bakteri) 50
4.2 Kasus Nyata K3 Akibat Mikroba di Berbagai Sektor 51
4.2.1 Kasus K3 di Rumah Sakit (Infeksi Nosokomial pada Petugas) 52
4.2.2 Kasus K3 di Sektor Perkebunan/Pertanian (Zoonosis atau Jamur) 52
4.2.3 Kasus K3 di Industri Migas/Pengolahan Air (Legionella/Biofilm) 53
Rangkuman Bab 54
Latihan Mahasiswa 55
Glosarium Bab 57
BAB 5: DASAR MIKROBIOLOGI: STRUKTUR & KARAKTERISTIK MIKROBA 58
Tujuan Pembelajaran 58
Pendahuluan 58
5.1 Struktur Sel Dasar Mikroba (Bakteri, Jamur, Virus, Parasit) 59
5.1.1 Struktur Kunci pada Bakteri (Dinding Sel, Kapsul) 60
5.1.2 Struktur Kunci pada Jamur (Hifa, Spora) 61
5.1.3 Struktur Kunci pada Virus (Kapsid, Amplop) 62
5.1.4 Struktur Kunci pada Parasit (Protozoa) 63
5.2 Ciri Morfologi dan Fisiologi Mikroba Utama 63
5.2.1 Morfologi (Bentuk, Ukuran) dan Pewarnaan (Gram) 64
5.2.2 Fisiologi (Kebutuhan Oksigen, Nutrisi, pH) 65
5.2.3 Perbedaan Karakteristik dalam Konteks Sterilisasi/Disinfeksi 66
Rangkuman Bab 67

Latihan Mahasiswa 67
Glosarium Bab 69
BAB 6: MEKANISME PENULARAN & SIKLUS HIDUP MIKROBA 70
Tujuan Pembelajaran 70
Pendahuluan 70
6.1 Rantai Penularan Mikroba (Mode Transmisi: Kontak, Droplet, Vektor) 71
6.1.1 Sumber Agen dan Pintu Keluar/Masuk 72
6.1.2 Mode Transmisi Langsung dan Tidak Langsung 72
6.1.3 Populasi Rentan dan Pintu Masuk ke Host 73
6.2 Siklus Hidup Mikroba Utama yang Relevan di Tempat Kerja 73
6.2.1 Siklus Hidup Bakteri (Fase Pertumbuhan, Pembentukan Spora) 74
6.2.2 Siklus Hidup Parasit (Melibatkan Inang Perantara) 75
6.2.3 Strategi Pengendalian Berdasarkan Titik Lemah Siklus Hidup 75
Rangkuman Bab 76
Latihan Mahasiswa 77
Glosarium Bab 79
BAB 7: MIKROBIOLOGI INDUSTRI (1): BAKTERI & BIOFILM 80
Tujuan Pembelajaran 80
Pendahuluan 80
7.1 Peran Bakteri dalam Industri dan Biofilm sebagai Risiko K3 81
7.1.1 Contoh Bakteri Penting dalam Proses Industri (e.g., Korosi) 82
7.1.2 Pengertian Biofilm dan Tahap Pembentukannya 83
7.1.3 Peningkatan Resistensi Bakteri dalam Biofilm 83
7.2 Pembentukan dan Dampak Biofilm di Pipa, Peralatan, dan Permukaan Industri 84
7.2.1 Dampak Biofilm pada Kualitas Udara (Pelepasan Aerosol) 85
7.2.2 Dampak Biofilm pada Peralatan (Korosi dan Kerusakan) 86
7.2.3 Strategi Pembersihan dan Pencegahan Biofilm di Industri 86
Rangkuman Bab 87
Latihan Mahasiswa 88
Glosarium Bab 90
BAB 8: MIKROBIOLOGI INDUSTRI (2): JAMUR & SPORA DI INDUSTRI 91
Tujuan Pembelajaran 91
Pendahuluan 91
8.1 Jenis Jamur Industri dan Identifikasi 92
8.1.1 Jamur Filamen (Kapang) dan Pertumbuhan pada Bahan Organik 92
8.1.2 Jamur Ragi dan Perannya dalam Kontaminasi Pangan/Minuman 93
8.1.3 Metode Deteksi Sederhana Jamur di Lingkungan Kerja 94
8.2 Risiko Kesehatan Akibat Paparan Spora Jamur 95
8.2.1 Spora sebagai Agen Alergen (Asma, Rinitis) 96
8.2.2 Infeksi Jamur (Mikosis) dan Faktor Risiko Pekerja 96
8.2.3 Pengendalian Kelembaban dan Ventilasi untuk Mencegah Jamur 97
Rangkuman Bab 98
Latihan Mahasiswa 98
Glosarium Bab 100

BAB 9: MIKROBIOLOGI INDUSTRI (3): VIRUS & ZOONOSIS KERJA 102
Tujuan Pembelajaran 102
Pendahuluan 102
9.1 Virus Zoonosis Utama 103
9.1.1 Penularan Virus Melalui Hewan Peliharaan atau Ternak 104
9.1.2 Epidemiologi Virus Zoonosis (Kasus Global dan Lokal) 104
9.1.3 Peran Vaksinasi dalam Pengendalian Zoonosis Kerja 105
9.2 Analisis Risiko Kerja di Sektor Zoonosis 105
9.2.1 Risiko di Peternakan/Kedokteran Hewan 106
9.2.2 Risiko di Laboratorium Diagnostik dan Penelitian 107
9.2.3 Protokol Keselamatan Khusus untuk Penanganan Hewan Sakit 107
Rangkuman Bab 108
Latihan Mahasiswa 109
Glosarium Bab 111
BAB 10: PENGUMPULAN DATA FAKTOR BIOLOGI & MIKROBIOLOGI 112
Tujuan Pembelajaran 112
Pendahuluan 112
10.1 Teknik Sampling Sederhana Faktor Biologis 113
10.1.1 Metode Sampling Udara (Impinger, Filter, Settle Plate) 114
10.1.2 Metode Sampling Permukaan (Swab, Rodac Plate) 114
10.1.3 Teknik Pengambilan Sampel Air dan Tanah 115
10.2 Pengolahan dan Interpretasi Data Mikrobiologi 116
10.2.1 Perhitungan Koloni dan Konversi ke Konsentrasi Udara (CFU/m³) 116
10.2.2 Perbandingan Hasil Sampling dengan Baku Mutu (Jika Ada) 117
10.2.3 Pelaporan Hasil dan Dokumentasi Proses Sampling 118
Rangkuman Bab 119
Latihan Mahasiswa 119
Glosarium Bab 121
BAB 11: EVALUASI DATA MIKROBIOLOGI UNTUK RISIKO K3 123
Tujuan Pembelajaran 123
Pendahuluan 123
11.1 Analisis Data Mikrobiologi untuk Rekomendasi K3 124
11.1.1 Identifikasi Agen Dominan dan Potensi Bahaya 124
11.1.2 Penilaian Tingkat Paparan vs. Tingkat Risiko 125
11.1.3 Penyusunan Rekomendasi Kontrol Berbasis Data 126
11.2 Studi Kasus Evaluasi Risiko Biologis 127
11.2.1 Studi Kasus: Evaluasi Risiko Legionella di Sistem Pendingin 128
11.2.2 Studi Kasus: Evaluasi Kontaminasi Jamur di Gudang 129
11.2.3 Latihan Menghitung Skor Risiko dan Menentukan BSL/Tingkat APD 130
Rangkuman Bab 132
Latihan Mahasiswa 132
Glosarium Bab 134
BAB 12: MITIGASI BAHAYA BIOLOGIS DI INDUSTRI 136

Tujuan Pembelajaran 136
Pendahuluan 136
12.1 Strategi Mitigasi Bahaya Biologis (Higiene, Sanitasi, APD, Sterilisasi) 137
12.1.1 Kontrol Engineering (Ventilasi, Isolasi) 138
12.1.2 Kontrol Administratif (Protokol Kerja, Pelatihan) 138
12.1.3 Penggunaan dan Jenis Alat Pelindung Diri (APD) 139
12.2 Prinsip Dasar Manajemen Risiko Biologis 140
12.2.1 Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (Siklus Manajemen Risiko) 140
12.2.2 Hierarchy of Controls (Eliminasi, Substitusi, Engineering, Administratif, APD) 141
12.2.3 Pemantauan dan Tinjauan Ulang Program Kontrol 142
Rangkuman Bab 142
Latihan Mahasiswa 143
Glosarium Bab 145
BAB 13: PENGAYAAN - WORKSHOP MEDIA EDUKASI DIGITAL 146
Tujuan Pembelajaran 146
Pendahuluan 146
13.1 Prinsip Desain Media Edukasi K3 147
13.1.1 Menentukan Tujuan dan Target Audiens Edukasi 148
13.1.2 Prinsip Visualisasi Data dan Informasi K3 yang Kompleks 148
13.1.3 Aplikasi Desain Interaktif untuk Pelatihan K3 149
13.2 Kriteria Media Digital K3 yang Efektif 150
13.2.1 Kriteria Efektivitas (Jelas, Relevan, Mudah Diakses) 150
13.2.2 Pemilihan Platform (Poster Digital, Video Animasi, Infografis) 151
13.2.3 Evaluasi Efektivitas Media Edukasi (Pre/Post Test Sederhana) 152
Rangkuman Bab 153
Latihan Mahasiswa 153
Glosarium Bab 155
REFERENSI 157
GLOSARIUM 159
BIODATA PENULIS 165

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Macam Faktor Biologi dan Korelasinya Terhadap Penyakit Akibat Kerja 17
Tabel 11. 1 Matriks Peringkat Bahaya Agen dan Tingkat Paparan 126
Tabel 11. 2 Penilaian Bahaya (Severity) 130
Tabel 11. 3 Penilaian Paparan (Likelihood) 130
Tabel 11. 4 Langkah 3: Tentukan Tingkat Kontrol Berdasarkan Skor Risiko 131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5. 1 Struktur Sel Bakteri 60
Gambar 5. 2 Beberapa Jenis Sel Bakteri Patogen 61
Gambar 5. 3. Struktur Tubuh Jamur 61
Gambar 5. 4. Struktur Tubuh Virus 62
Gambar 5. 5. Struktur Parasit (Protozoa) 63
Gambar 5. 6. Struktur Bakteri Gram Positif dan Gram negatif 65