

EDITOR

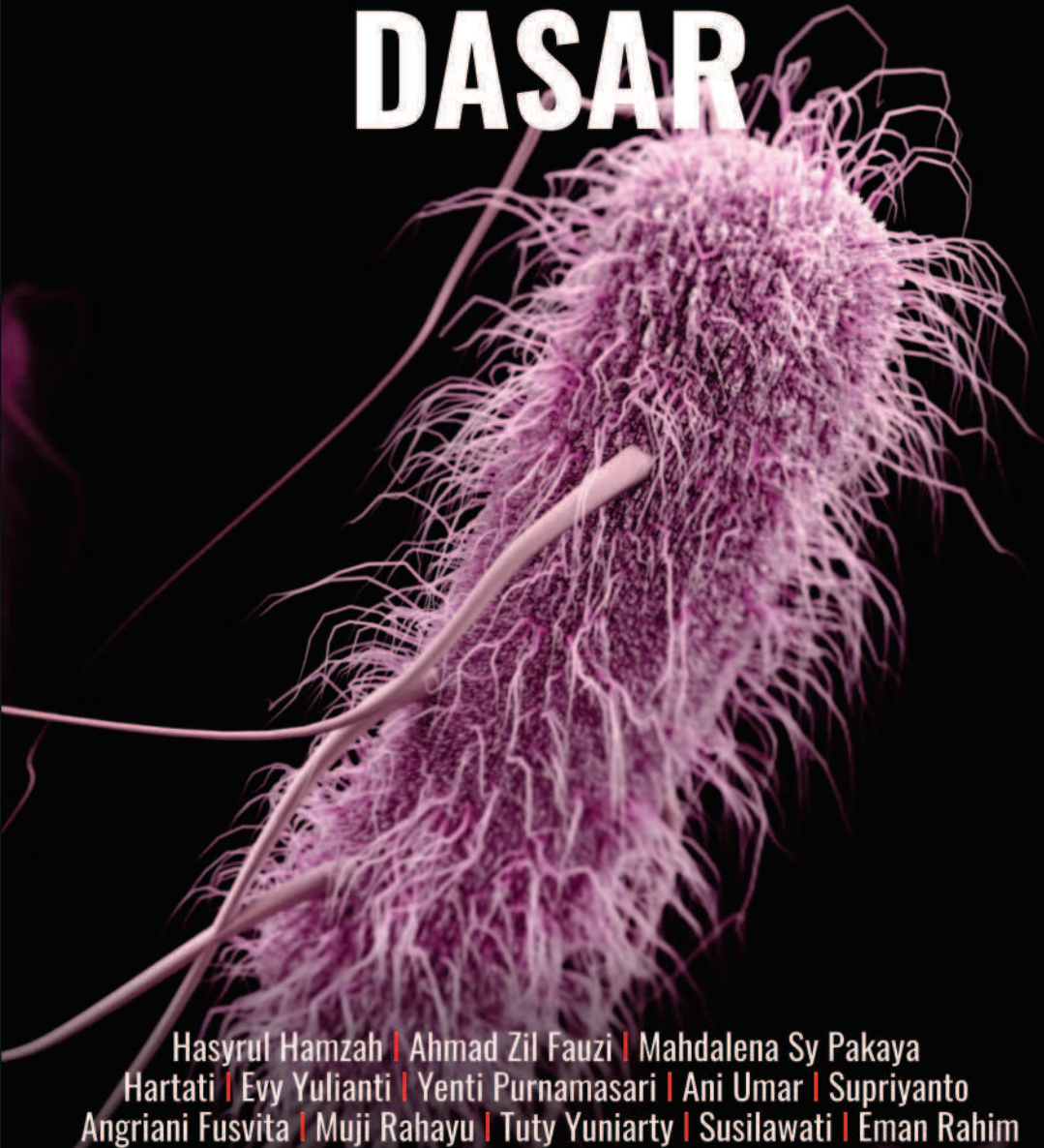
Reni Yunus, S.Si., M.Sc

Dr.apr Asriullah Jabbar, S.Si, MPH

Yenti Purnamasari, S.Si., M.Kes



MIKROBIOLOGI DASAR



Hasyrul Hamzah | Ahmad Zil Fauzi | Mahdalena Sy Pakaya
Hartati | Evy Yulianti | Yenti Purnamasari | Ani Umar | Supriyanto
Angriani Fusvita | Muji Rahayu | Tuty Yuniarty | Susilawati | Eman Rahim
Sufiah Asri Mulyawati | Bagus Muhammad Ihsan | Reni Yunus

MIKROBIOLOGI DASAR

Buku ini tersusun 16 bab, yang tersusun secara rinci dan terstruktur, yaitu:

Bab 1 Sejarah Perkembangan Mikrobiologi

Bab 2 Ruang Lingkup Mikrobiologi

Bab 3 Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi

Bab 4 Pembiakan dan Pertumbuhan

Bab 5 Metabolisme Mikroba

Bab 6 Bakteriologi

Bab 7 Virologi

Bab 8 Mikologi

Bab 9 Genetika Mikroba

Bab 10 Flora Normal Tubuh Manusia

Bab 11. Imunologi

Bab 12 Mikrobiologi Lingkungan

Bab 13 Mikrobiologi Kesehatan

Bab 14 Mikrobiologi Pangan

Bab 15 Pengendalian Mikroba

Bab 16 Mikroba Penyebab Penyakit



eureka
media aksara
Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362



DIREKTORAT JENDERAL KEWAJIBAN INTELEKTUAL
KEMENTERIAN HUKUM & HAK ASASI MANUSIA RI
EC00202320928

ISBN 978-623-487-769-4



9 786234 877694

MIKROBIOLOGI DASAR

Dr. Hasyrul Hamzah, S. Farm., M. Sc.

Ahmad Zil Fauzi, S.Si.,M.Kes

Apt. Mahdalena Sy Pakaya, M.Si

Hartati, S.Si.,M.Kes

Dr. Evy Yulianti, M.Sc

Yenti Purnamasari, S.Si, M.Kes

Ani Umar, S.ST.,M.Kes

Supriyanto,S.Si M.Ked

Angriani Fusvita,S.Si M.Si

Muji Rahayu, S Si., M.Sc

Tuty Yuniarty, S.Si.,M.Kes

Susilawati, SKM, M. Sc

Eman Rahim, M.Pd

Sufiah Asri Mulyawati, S. Si, M. Kes

Bagus Muhammad Ihsan, S.Si, M. Kes

Reni Yunus,S.Si., M.Sc



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

MIKROBIOLOGI DASAR

- Penulis** : Dr. Hasyrul Hamzah, S. Farm., M. Sc. | Ahmad Zil Fauzi, S.Si.,M.Kes | Apt. Mahdalena Sy Pakaya, M.Si | Hartati, S.Si.,M.Kes | Dr. Evy Yulianti, M.Sc | Yenti Purnamasari, S.Si, M.Kes | Ani Umar, S.ST., M.Kes | Supriyanto, S.Si M.Ked | Angriani Fusvita, S.Si M.Si | Muji Rahayu, S Si., M.Sc | Tuty Yuniarty, S.Si.,M.Kes | Susilawati, SKM, M. Sc | Eman Rahim, M.Pd | Sufiah Asri Mulyawati, S. Si, M. Kes | Bagus Muhammad Ihsan, S.Si, M. Kes | Reni Yunus, S.Si., M.Sc
- Editor** : Reni Yunus, S.Si., M.Sc
Dr.apt Asriullah Jabbar, S.Si, MPH
Yenti Purnamasari, S.Si., M.Kes
- Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita
- Tata Letak** : Siwi Rimayani Oktora
- ISBN** : 978-623-487-769-4
- No. HKI** : EC00202320928

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, FEBRUARI 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, tim penulis dapat menyelesaikan buku ini. Buku yang sedang dipegang pembaca ini berjudul “**MIKROBIOLOGI DASAR**”. Kami menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Buku ini tersusun 16 bab, yang tersusun secara rinci dan terstruktur, yaitu :

Bab 1 Sejarah Perkembangan Mikrobiologi

Bab 2 Ruang Lingkup Mikrobiologi

Bab 3 Pencegahan Dan Pengendalian Infeksi

Bab 4 Pemiakan dan Pertumbuhan

Bab 5 Metabolisme Mikroba

Bab 6 Bakteriologi

Bab 7 Virologi

Bab 8 Mikologi

Bab 9 Genetika Mikroba

Bab 10 Flora Normal Tubuh Manusia

Bab 11 Imunologi

Bab 12 Mikrobiologi Lingkungan

Bab 13 Mikrobiologi Kesehatan

Bab 14 Mikrobiologi Pangan

Bab 15 Pengendalian Mikroba

Bab 16 Mikroba Penyebab Penyakit

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata saya

berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan keilmuan.

Pontianak, 10 Februari, 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 SEJARAH PERKEMBANGAN MIKROBIOLOGI	1
A. Definisi Mikrobiologi	1
B. Perkembangan Mikroskop.....	2
C. Definisi Generatio Spontanea	2
D. Percobaan Redi	3
E. Percobaan Lazzaro Spallanzani.....	4
F. Teori Biogenesis Virchow	5
G. Teori Pasteur	5
H. Dasar Teknik Aseptik.....	6
I. Peran Ilmu Mikrobiologi.....	6
J. Rangkuman	7
Daftar Pustaka	8
BAB 2 RUANG LINGKUP MIKROBIOLOGI	9
A. Pendahuluan	9
B. Mikroorganisme Berdasarkan Jenis Organisme	11
C. Mikroorganisme Berdasarkan Aplikasi / Terapannya ..	20
Daftar Pustaka	33
BAB 3 PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN INFEKSI	35
A. Pendahuluan	35
B. Jenis-Jenis Infeksi.....	35
C. Prevalensi Infeksi.....	42
D. Epidemiologi.....	45
E. Patogenesis Penyakit Infeksi	48
F. Pencegahan dan Pengendalian Infeksi	50
Daftar Pustaka	57
BAB 4 PEMBIAKAN DAN PERTUMBUHAN	59
A. Pembiakan Bakteri.....	59
B. Media Pembiakan Bakteri.....	60
C. Metode Pembiakan bakteri	62

D. Pertumbuhan Bakteri.....	63
E. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri	65
F. Kurva Pertumbuhan Bakteri	67
Daftar Pustaka	70
BAB 5 METABOLISME MIKROBA	71
A. Pendahuluan.....	71
B. Respirasi Mikroba	73
C. Metabolisme Karbon Pada Bakteri Fototrofik	81
D. Siklus <i>Tricarboxylic Acid</i> (Tca).....	83
E. Fermentasi	87
F. Metabolisme Pada Bakteri yang Sedang Tidak Tumbuh	87
G. Metabolisme Pada Saat Kondisi Kurang Menguntungkan dan Kekurangan Nutrien	88
H. Pengaruh Metabolisme Pada Kerja Antibiotik	89
Daftar Pustaka	92
BAB 6 BAKTERIOLOGI.....	95
A. Pendahuluan.....	95
B. Struktur Sel Bakteri.....	95
C. Klasifikasi Bakteri	101
Daftar Pustaka	105
BAB 7 VIROLOGI.....	106
A. Pendahuluan.....	106
B. Sifat-Sifat Virus.....	106
C. Struktur Virus.....	107
D. Morfologi	108
E. Klasifikasi Virus	109
F. Replikasi Virus	110
G. Diagnosis Laboratorium.....	112
Daftar Pustaka	116
BAB 8 MIKOLOGI.....	118
A. Pendahuluan.....	118
B. Dermatormikosis	121
C. Otomycosis	125
D. Onychomycosis	127
E. Beberapa Jenis Jamur Cemarkan dan Penghasil Toxin...	130

F. Diagnosis Infeksi Jamur	132
Daftar Pustaka	135
BAB 9 GENETIKA MIKROBA	137
A. Pendahuluan	137
B. Genetika Bakteri.....	139
C. Genetika Virus	143
D. Genetika Jamur	147
Daftar Pustaka	150
BAB 10 FLORA NORMAL TUBUH MANUSIA.....	151
A. Pendahuluan	151
B. Klasifikasi Mikroflora Normal	152
C. Flora Normal Berdasarkan Anatomi.....	154
Daftar Pustaka	164
BAB 11 IMUNOLOGI	166
A. Pengantar Sistem Imun	166
B. Sistem Imun Non Spesifik.....	168
C. Sistem Imun Spesifik	174
D. Antigen	176
E. Epitope.....	178
F. Hapten	179
G. Antibodi.....	179
H. Klasifikasi Immunoglobulin.....	180
I. Struktur Antibodi	183
Daftar Pustaka	185
BAB 12 MIKROBIOLOGI LINGKUNGAN.....	186
A. Pendahuluan	186
B. Mikrobiologi Lingkungan Ekstrim	187
C. Mikrobiologi Tanah.....	197
D. Mikrobiologi Air	203
E. Mirobiologi Udara	205
Daftar Pustaka	208
BAB 13 MIKROBIOLOGI KESEHATAN.....	210
A. Pendahuluan	210
B. Infeksi Traktus Respiratorius	211
C. Infeksi Tractus Respiratorius Bawah	216
D. Infeksi Gastrointestinal	220

E. Infeksi Hepar dan Traktus Biliaris.....	222
F. Infeksi Traktus Urinarius	223
G. Infeksi Genital	223
H. Infeksi Susunan Saraf Pusat	228
I. Infeksi Kardiovaskular	231
J. Infeksi Tulang dan Sendi.....	232
K. Infeksi Kulit dan Jaringan Lunak.....	233
Daftar Pustaka	235
BAB 14 MIKROBIOLOGI PANGAN	236
A. Pendahuluan.....	236
B. Sejarah dan Peranan Mikrobiologi Pangan.....	237
C. Kerusakan Bahan Pangan Oleh Mikroba	238
D. Pengendalian Mikroba Pada Bahan Pangan.....	241
E. Mikroba Patogen dan Penyakit Akibat Pangan	244
F. Fermentasi Pangan.....	245
Daftar Pustaka	250
BAB 15 PENGENDALIAN MIKROBA	251
A. Pengertian Pengendalian Mikroba	251
B. Metoda Pengendalian Mikroba	251
Daftar Pustaka	259
BAB 16 MIKROBA PENYEBAB PENYAKIT	260
A. Pendahuluan.....	260
B. Penularan.....	261
C. Bakteri Penyebab Infeksi	263
DAFTAR PUSTAKA	283
TENTANG PENULIS.....	284

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Jenis-Jenis Bakteri Patogen	40
Tabel 3.2.	Jenis-Jenis Virus Patogen	41
Tabel 3.3.	Jenis-Jenis Jamur Patogen	42
Tabel 3.4.	Jenis-Jenis Parasit Patogen.....	42
Tabel 9.1.	Perbandingan ukuran genom pada prokariota, bakteriophage dan virus terpilih	138
Tabel 9.2.	Perbandingan Konjugasi, Transduksi, dan transformasi	140
Tabel 12.1.	Mikroorganisme termofilik dan temperatur maksimum pertumbuhannya	192
Tabel 14.1.	Mikroba yang digunakan untuk menghasilkan produk pangan	246
Tabel 16.1.	Keberadaan <i>Staphylococcus</i> pada berbagai spesimen.....	265

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Percobaan Redi	3
Gambar 1.2.	Percobaan Pasteur	5
Gambar 3.1.	Cara Membersihkan tangan dengan Sabun dan Air (<i>WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: First Global Patient Safety Challenge, World Health Organization, 2009</i>)	53
Gambar 3.2.	Cara Membersihkan Tangan dengan Antiseptik Berbasis Alkohol (<i>WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care: First Global Patient Safety Challenge, World Health Organization, 2009</i>)	54
Gambar 4.1.	Pembelahan Biner Melintang Bakteri	64
Gambar 4.2.	Grafik menunjukkan laju pertumbuhan bakteri sebagai fungsi suhu. Perhatikan bahwa kurva miring ke arah suhu optimal. Kemiringan kurva pertumbuhan dianggap mencerminkan denaturasi protein yang cepat ketika suhu naik melewati suhu optimal untuk pertumbuhan mikroorganisme	66
Gambar 4.3.	Kurva Pertumbuhan Bakteri	67
Gambar 5.1.	Deskripsi skematis metabolisme mikroba (Varman dkk., 2014).	73
Gambar 5.2.	Kesamaan struktural dan perbedaan energi antara jalur ED dan EMP	75
Gambar 5.3.	Overview jalur glikolisis / glukoneogenesis E (da Silva dkk., 2018)	77
Gambar 5.4.	Jalur heksosa monofosfat (pentosa fosfat) (B. Kim & Gadd, 2019).	79
Gambar 5.5.	Jalur klasik metabolisme glikogen pada prokariota (Goh & Klaenhammer, 2014)	81
Gambar 5.6.	Representasi skematis metabolisme karbon sentral pada bakteri fototrofik (Tang dkk., 2011)	82
Gambar 5.7.	Siklus asam trikarboksilat (TCA) dari <i>E. coli</i> (Meriam, 2014)	84

Gambar 5.8.	Urutan anuplerotik pada bakteri yang tumbuh pada karbohidrat. 1, PEP karboksilase; 2, piruvat karboksilase (B. H. Kim & Gadd, 2010)... 85
Gambar 5.9.	Siklus glioksilat (Bank et al., 2010). 86
Gambar 6.1.	Struktur sel bakteri (Zhou, 2015) 96
Gambar 6.2.	Komponen penyusun dinding sel bakteri gram negatif dan bakteri gram positif (Nazzaro, 2013, Zhou, 2015) 97
Gambar 6.3.	Struktur membran sel bakteri (Martinez, 2018) ... 98
Gambar 6.4.	Flagella bakteri. (A) komponen flagella (B) Penamaan bakteri berdasarkan letak flagella (C) pengamatan flagella bakteri pada sampel dengan pewarnaan flagella (Zhou, 2015) 100
Gambar 6.5.	Berbagai bentuk bakteri kokus (Rini, 2020) 102
Gambar 6.6.	Berbagai bentuk bakteri batang (Rini, 2020)..... 102
Gambar 6.7.	Bentuk bakteri (Rini, 2019) 103
Gambar 7.1.	Struktur partikel virus (Jawetz et al. 2013) 108
Gambar 7.2.	Klasifikasi Virus RNA dan DNA (Wagner edward K, 2008) 110
Gambar 8.1.	Infeksi Dermatofita. 122
Gambar 8.2.	Infeksi Otomikosi (Guntur Surya, 2022) 127
Gambar 8.3.	Infeksi Onychomycosis (Cheryl Mikayla, 2018) 129
Gambar 8.4.	Jamur Penghasil Toksin: Morfologi (a) dan koloni (b) <i>A. flavus</i> , Sumber, Okky Setyawati Dharmaputra, 2021 132
Gambar 8.5.	Jamur Penyebab Infeksi (Bagus 2018) 134
Gambar 8.6.	Kerusakan Kuku akibat Jamur 134
Gambar 9.1.	Konjugasi. Plasmid F sedang ditransfer dari bakteri donor F ⁺ ke penerima F ⁻ (Mahlen <i>et al.</i> , 2012) 141
Gambar 9.2.	Proses Transformasi (Mahlen <i>et al.</i> , 2012). 142
Gambar 9.3.	Proses transduksi (Mahlen <i>et al.</i> , 2012). 143
Gambar 9.4.	Gambar bakteriofaga T2 dengan atau tanpa asam nukleat ((Jawetz, Melnick and Adelberg, 2007) 144

Gambar 9.5.	Perbandingan siklus litik dan lisogenik replikasi bakteriofag (fag) ((Mahlen et al., 2012).....	147
Gambar 11.1.	Hematopoiesis (Owen et al., 2009).....	167
Gambar 11.2.	Sistem Imun (Baratawidjaja & Rengganis, n.d.).....	168
Gambar 11.3.	Sistem imun non spesifik (Owen <i>et al.</i> , 2009).....	170
Gambar 11.4.	Fungsi Monosit (Baratawidjaja, 2004).....	172
Gambar 11.5.	Perbedaan kekebalan aktif dan pasif (Parija, 2012).....	175
Gambar 11.6.	Berbagai antigen dan epitop (Baratawidjaja & Rengganis, n.d.).....	177
Gambar 11.7.	Hapten (Parija, 2012).....	179
Gambar 11.8.	Perbandingan Immunoglobulin (Parija, 2012).....	182
Gambar 11.9.	Struktur Antibodi (Parija, 2012).....	183
Gambar 12.1.	Yellowstone National Park.....	189
Gambar 12.2.	Danau garam Tuz, Turki (Lestari,2022).....	189
Gambar 12.3.	Archaeobacteria, (Markijar, 2018).	190
Gambar 16.1.	Cara transmisi Mikroba.....	262
Gambar 16.2.	Morfologi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	265
Gambar 16.3.	Bakteri <i>Streptococcus</i>	266
Gambar 16.4.	Bakteri <i>Streptococcus pneumoniae</i>	268
Gambar 16.5.	Bakteri <i>Corynebacterium diphtheriae</i>	270
Gambar 16.6.	Bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	272
Gambar 16.7.	Bakteri <i>Mycobacterium leprae</i>	273
Gambar 16.8.	Bakteri <i>Clostridium tetani</i>	274
Gambar 16.9.	Bakteri <i>Escherichia coli</i>	276
Gambar 16.10.	Bakteri <i>Salmonella typhi</i>	280

BAB

1

SEJARAH PERKEMBANGAN DAN PERAN ILMU MIKROBIOLOGI

Dr. Hasyrul Hamzah, M.Sc.

Mikrobiologi, studi tentang mikroorganisme, atau mikroba, kelompok beragam yang umumnya kecil, bentuk kehidupan sederhana yang mencakup bakteri, archaea, alga, jamur, protozoa, dan virus. Bidang ini berkaitan dengan struktur, fungsi, dan klasifikasi organisme tersebut dan dengan cara-cara baik untuk mengeksploitasi maupun mengendalikan aktivitas mereka.

Penemuan makhluk hidup abad ke-17 yang tidak terlihat dengan mata telanjang merupakan tonggak penting dalam sejarah sains, karena sejak abad ke-13 dan seterusnya, telah didalilkan bahwa entitas yang "tidak terlihat" bertanggung jawab atas pembusukan dan penyakit. Kata mikroba diciptakan pada kuartal terakhir abad ke-19 untuk menggambarkan organisme ini, yang semuanya dianggap terkait. Ketika mikrobiologi akhirnya berkembang menjadi ilmu khusus, ditemukan bahwa mikroba adalah kelompok organisme yang sangat beragam.

A. Definisi Mikrobiologi

Sesuai namanya, bidang ilmu mikrobiologi (mikros = kecil/sangat kecil; bios = hidup/kehidupan) mempelajari tentang bentuk, kehidupan, sifat, dan penyebaran organisme yang termasuk golongan mikroba (jasad renik). Dunia mikroba adalah dunia organisme yang sangat kecil, sehingga tidak dapat kita lihat dengan mata telanjang. Walaupun sudah agak lama dikenal, namun dunia mikroba baru mulai terbuka secara luas

sejak manusia menemukan sebuah alat yang disebut mikroskop, hasil temuan Anthony van Leeuwenhoek (1632-1723).

B. Perkembangan Mikroskop

Sejarah mikrobiologi dimulai dari penemuan mikroskop oleh **Robert Hooke** pada tahun 1664. Melalui mikroskopnya yang terdiri atas dua lensa sederhana, Hooke mampu melihat ruang-ruang yang ia sebut sebagai sel, yang mengarah pada munculnya teori sel yang menyatakan bahwa seluruh makhluk hidup tersusun atas selanjutnya kita kenal dengan bakteri dan protozoa.

Meskipun Robert Hooke dapat melihat sel dengan bantuan mikroskopnya, namun tidak adanya metode pewarnaan menyebabkan Hooke tidak dapat melihat mikroorganisme dengan jelas. Ilmuwan asal belanda Antonie van Leeuwenhoek mungkin adalah pertama kali mengamati benda hidup dengan menggunakan mikroskop lensa tunggal yang lebih menyerupai kaca pembesar. Leeuwenhoek menyebut benda yang diamatinya sebagai *animalcules* (hewan kecil). *Animalcules* itu ia peroleh dari sisa makanan yang menempel di giginya serta dari air hujan, dan pada masa selanjutnya kita kenal sebagai bakteri dan protozoa.

C. Definisi Generatio Spontanea

Hingga pertengahan abad ke -19 banyak ilmuwan dan filsuf percaya bahwa makhluk hidup secara spontan dari benda tak hidup. Bahwa belatung dapat muncul dari material busuk, ular dan tikus dapat lahir dari tanah lembab, dan lalat dapat timbul dari rabuk. Teori ini dipercaya sampai pada tahun 1668, saat seorang ilmuwan italia bernama **Francesco Redi** mendemonstrasikan penemuannya yang menunjukkan bahwa belatung bukan berasal dari daging yang busuk.

BAB 2

RUANG LINGKUP MIKROBIOLOGI

Ahmad Zil Fauzi, S.Si., M.Kes

A. Pendahuluan

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari mikroorganisme, yaitu organisme yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, seperti bakteri, arkhae, jamur, alga dan virus. Mikroorganisme ini memainkan peran penting dalam biota karena memiliki struktur sel yang unik. Beberapa contohnya, ragi merupakan organisme eukariotik, sementara bakteri termasuk prokariotik. Namun, virus dianggap sebagai organisme tak hidup karena hanya dapat hidup di dalam sel lain. Mikroorganisme dikenal sebagai kehidupan pertama yang ada di Bumi, jauh sebelum adanya tumbuhan atau hewan. Beberapa mikroorganisme dapat bertahan hidup dalam kondisi ekstrem, seperti di daerah yang sangat dingin atau panas, dengan konsentrasi logam berat dan sulfur yang tinggi, atau di lokasi di mana tidak ada bentuk kehidupan lain yang dapat bertahan. Walaupun jutaan spesies mikroba ada di lingkungan alam, hanya sekitar 5% dari totalnya (160.000 spesies) yang telah diidentifikasi.

Studi mikrobiologi dimulai dengan penemuan mikroskop oleh Antony van Leeuwenhoek pada tahun 1676, yang memungkinkan untuk melihat mikroorganisme seperti bakteri untuk pertama kalinya. Teknologi mikroskop berkembang lebih lanjut pada tahun 1880-an berkat karya Ernst Abbe dan Carl Zeiss, yang memungkinkan untuk melihat struktur mikroorganisme dengan lebih jelas. Pada tahun 1931, Ernst

Ruska mengembangkan mikroskop elektron, yang memungkinkan untuk mempelajari struktur virus. Kemudian, Wendall Stanley mencapai kristalisasi virus mosaik tembakau (TMV) pada tahun 1935. Baru-baru ini, mikroskop gaya atom (AFM) telah membuka jalan baru dalam studi struktur biologi mikroorganisme dengan menyediakan gambar resolusi tinggi dalam kondisi fisiologis. Teknologi ini juga memungkinkan untuk menyelidiki interaksi antara mikroorganisme dan permukaan target.

Ruang lingkup ilmu Mikrobiologi semakin banyak seiring meningkatnya kemampuan teknologi untuk mengeksplor wilayah yang tidak dapat dihindari secara kasat mata. Ilmu Mikrobiologi berkembang dari bidang biologi yang mempelajari mikroorganisme dan selanjutnya mencakup berbagai aspek termasuk evolusi, genetika, metabolisme, dan interaksi dengan lingkungan. Mikrobiologi juga berperan penting dalam bidang kesehatan, dengan aplikasi dalam diagnosa dan pengobatan penyakit infeksi, serta dalam pengendalian dan pencegahan penyakit menular. Selain itu, mikrobiologi juga memiliki dapat diaplikasikan dalam bidang lain, mulai dari bidang industri, pangan, pertanian, hingga kelautan.

Kemajuan yang pesat akan ilmu mikrobiologi dan hubungannya dengan bidang ilmu yang lain, menjadikan ilmu Mikrobiologi semakin bercabang dan kemudian mengkhususkan diri menjadi beberapa sub-disiplin yang memfokuskan pada jenis organisme mikroskopis tertentu, seperti bakteriologi (studi bakteri), virologi (studi virus), dan mycology (studi jamur). Ada juga sub-disiplin yang memfokuskan pada aplikasi mikrobiologi dalam bidang tertentu, seperti mikrobiologi medis (aplikasi mikrobiologi dalam kesehatan) dan mikrobiologi industri (aplikasi mikrobiologi dalam industri).

Mikrobiologi dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan jenis organisme yang diteliti atau aplikasi yang dilakukan. Berikut ini adalah beberapa pembagian ilmu mikrobiologi yang umum :

BAB 3 | PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN INFEKSI

Apt. Mahdalena Sy Pakaya, M.Si

A. Pendahuluan

Infeksi adalah penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme patogen, yang disertai atau tidak disertai dengan gejala klinik. Dalam hal ini, infeksi terjadi karena adanya interaksi mikroorganisme patogen dan lingkungan (Permenkes, 2017).

Infeksi adalah kondisi yang disebabkan oleh adanya mikroorganisme patogen didalam jaringan tubuh yang memperbanyak diri, yang kemudian terjadi interaksi yang menyebabkan kerusakan, sehingga menimbulkan berbagai gejala klinik (Brooks, 2013).

B. Jenis-Jenis Infeksi

Infeksi yang disebabkan oleh satu individu dapat menular ke individu lain jika kekebalan atau daya tahan tubuhnya melemah. Keparahan penyakit yang disebabkan oleh suatu patogen bergantung pada kemampuan untuk merusak dan kemampuan melawan mikroorganisme patogen tersebut. Berdasarkan lokasinya, infeksi dibagi menjadi empat golongan, yaitu infeksi usus, infeksi pernafasan, infeksi darah, infeksi kulit. Joegijantoro (2019), menyatakan jenis-jenis infeksi telah banyak ditemukan, mulai dari infeksi ringan hingga berat, antara lain :

1. Infeksi Intestinal

Ditandai dengan lokalisasi patogen di usus dan penyebarannya di lingkungan. Jika patogen bersirkulasi dalam aliran darah, maka dapat menyebabkan tifus, leptospirosis, hepatitis virus, kusta, dan lain-lain yang dikeluarkan melalui ginjal, paru-paru, kelenjar susu dan organ ekskresi lainnya. Sumber utama penularan ialah orang sakit atau karier mikroorganisme patogen (pembawa), dapat juga melalui infeksi usus. Dalam hal ini, makanan yang terkontaminasi dapat memicu masuknya mikroorganisme patogen ke dalam jaringan tubuh, sehingga terjadi reaksi infeksi.

Saluran pencernaan mengandung sejumlah besar mikroba penyebab penyakit. Bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Clostridium*, virus *subst Norwalk*, *Rotavirus* Dan parasit *Giardia*, *Entamoeba*, *Ascaris Dimana* bisa mengakibatkan infeksi pada gastrointestinal. Jenis gangguan gastrointestinal misalnya diare dan mual merupakan contoh dari akibat adanya bakteri didalam usus. Infeksi usus terjadi di usus besar dan usus halus. Gejala yang ditimbulkan pada infeksi usus besar, seperti disentri yang disertai lendir dan darah. Sedangkan infeksi usus halus berupa diare.

Salah satu penyakit infeksi yang paling umum terjadi ialah diare. Diare merupakan penyebab utama kematian di negara berkembang mencapai lebih dari 2 juta orang yang meninggal/tahun. Diare bisa menular ke individu lain melalui tiga hal, yaitu jenis pangan, air atau antar individu. Infeksi yang terjadi ada yang sembuh dengan sendirinya dan ada juga yang menyebar kebagian tubuh lain. Hal ini tergantung pada tingkat keparahan infeksi.

2. Infeksi Saluran Pernapasan

Infeksi saluran pernapasan diakibatkan oleh mikroorganisme yang menyebabkan penyakit yang memasuki selaput lendir saluran pernapasan dan dilepaskan

BAB 4 | PEMBIAKAN DAN PERTUMBUHAN BAKTERI

Hatati, S.Si., M.Kes

A. Pembiakan Bakteri

Pembiakan bakteri adalah memperbanyak bakteri dengan menyediakan keadaan lingkungan yang cocok untuk pertumbuhannya. Hakikat pembiakan bakteri umumnya upaya perbanyak bakteri sesuai dengan peruntukannya. Salah satu tujuan pembiakan bakteri adalah untuk mengetahui sifat dari bakteri agar dapat dilakukan identifikasi. Umumnya bakteri melakukan pembiakan secara aseksual atau vegetatif. Pembiakan dilakukan dengan cara membelah diri atau division. Bakteri di alam tumbuh bebas dan populasinya bercampur, sehingga dibutuhkan upaya pemisahan masing-masing bakteri yang bisa dilakukan di laboratorium. Di laboratorium, populasi ini harus dipisahkan agar karakteristik spesies individu dapat diamati. Sejumlah teknik dasar digunakan dalam mikrobiologi dengan tujuan akhir ini.

Pertama, mikroorganisme harus dihilangkan dari lingkungan alam dan dibudidayakan di laboratorium. Ini membutuhkan media dan permukaan buatan tempat bakteri dapat tumbuh. Ini juga membutuhkan pengetahuan tentang kebutuhan nutrisi dan kebutuhan lingkungan (seperti suhu inkubasi dan kebutuhan oksigen).

Kedua, bakteri yang diinginkan harus dipisahkan dari semua bakteri lain dalam sampel lingkungan. Ini membutuhkan teknik pemisahan yang memungkinkan isolasi kultur murni dari satu jenis bakteri.

Ketiga, setelah biakan murni tercapai, tidak ada bakteri kontaminan yang dapat masuk dari lingkungan. Hal ini mensyaratkan agar semua media dan perlengkapan laboratorium steril (yaitu tidak mengandung bakteri yang dapat mengkontaminasi kultur yang diinginkan).

Keempat, dibutuhkan teknik yang memudahkan bekerja dengan kultur murni. Ini membutuhkan teknik aseptik dan teknik penyimpanan untuk kultur murni. Ketika ahli ekologi mikroba berusaha mengisolasi bakteri baru dari lingkungan, mereka harus bereksperimen dengan banyak nutrisi dan kondisi pertumbuhan untuk membiakkan bakteri yang baru diisolasi di laboratorium.

Seringkali sangat sulit untuk mereplikasi kondisi pertumbuhan bakteri di laboratorium. Diperkirakan hanya 0,1% dari semua bakteri yang berhasil dikultur.

B. Media Pembiakan Bakteri

Pembiakan media sangat penting untuk uji mikrobiologi agar mendapatkan biakan murni, menumbuhkan dan menghitung sel bakteri dan mengidentifikasi bakteri (Bari and Yeasmin, 2022). Pembiakan bakteri dilakukan agar mudah mengetahui sifat, dan mudah diidentifikasi berbagai jenis bakteri yang dikembangkan. Salah satu faktor pendukung keberhasilan pembiakan bakteri adalah media. Media pembiakan bakteri merupakan sarana untuk menumbuhkan bakteri. Media pembiakan bakteri harus memenuhi persyaratan yang baik diantaranya, suhu, lengas, konsentrasi ion hidrogen, cahaya, berbagai zat kimia yang membantu pertumbuhan dan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (Atlas, 2010). Komposisi media mempengaruhi kualitas bakteri (Monedeiro et al., 2021). Oleh karena itu media pembiakan bakteri dikelompokkan (Gani, 2008) berdasarkan:

1. Media pembiakan bakteri berdasarkan kegunaan. Media pembiakan bakteri dikelompokkan berdasarkan kegunaan

BAB 5 | METABOLISME MIKROBA

Dr. Evy Yulianti, M.Sc.

A. Pendahuluan

Metabolisme mengacu pada semua reaksi biokimia yang terjadi dalam sel atau organisme. Studi tentang metabolisme bakteri berfokus pada keragaman substrat pada reaksi oksidasi dan disimilasi (reaksi dimana molekul substrat dipecah), yang biasanya berfungsi pada bakteri untuk menghasilkan energi. Dalam lingkup metabolisme bakteri, penyerapan dan pemanfaatan senyawa anorganik atau organik diperlukan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan keadaan seluler yang stabil (reaksi asimilasi). Reaksi eksergonik (menghasilkan energi) dan endergonik (membutuhkan energi) ini dikatalisis di dalam sel bakteri oleh sistem enzim yang terintegrasi, hasil akhirnya adalah replikasi sel. Kemampuan sel mikroba untuk hidup, berfungsi dan bereplikasi dalam lingkungan yang sesuai (seperti media kultur bakteri) dan perubahan kimia yang dihasilkan selama transformasi ini merupakan ruang lingkup metabolisme bakteri. Dari sudut pandang nutrisi, atau metabolik, ada tiga jenis bakteri utama: heterotrof (atau chemoorganotroph), autotrof (atau chemolithotrophs), dan bakteri fotosintetik (atau fototrof) (Jurtshuk, 1996).

Mengapa organisme "makan"? Jawaban singkat untuk pertanyaan yang tampaknya sederhana ini adalah: pertama, makan memberi sel bahan bangunan fisik untuk membentuk komponen seluler (yaitu, pertumbuhan fisik sel) dan kedua, makan adalah cara untuk mengekstraksi energi untuk

melakukan pekerjaan seluler (yaitu, melakukan proses pertumbuhan). Kedua proses ini, katabolisme dan anabolisme saling terkait erat. Jalur katabolisme, seperti glikolisis dan siklus asam trikarboksilat (TCA), memecah molekul untuk menghasilkan energi, dan bercabang menjadi jalur anabolik yang menghasilkan bahan bangunan untuk sel. Metabolisme bakteri bersifat dinamis dan fleksibel. Spesies bakteri yang berbeda memiliki kemampuan metabolisme yang berbeda yang dikode dalam genom mereka. Dengan demikian, siklus TCA kanonik dapat berfungsi sepenuhnya pada satu spesies bakteri, sementara bakteri lain, kehilangan enzim kunci dari siklus ini dan menggunakan enzim TCA lainnya dalam jalur oksidatif dan reduktif yang bercabang. Selain itu, proses metabolisme suatu bakteri juga tergantung pada ketersediaan sumber karbon atau oksigen. Suatu bakteri yang mampu mengkode semua enzim untuk respirasi dengan hasil energi tinggi, akan menggunakan proses fermentasi yang kurang hemat energi tetapi lebih cepat untuk proses pembentukan energi bakteri tersebut. Metabolisme yang fleksibel dari genom bakteri yang berkembang pesat memungkinkan berbagai cara yang berbeda bagi bakteri untuk memanfaatkan nutrisi di lingkungan yang kompleks untuk replikasinya (Passalacqua dkk., 2016).

Organisme mengembangkan strategi fisiologis untuk menghemat energi dengan mengumpulkan, mengubah, dan menyimpan energi itu terutama melalui sintesis adenosin-5'-trifosfat (ATP). Energi dipanen dari cahaya (fototrof), oksidasi senyawa anorganik (kemolitotrof), atau oksidasi senyawa organik (kemoorganotrof). ATP disintesis melalui salah satu dari tiga mekanisme berbeda: fosforilasi tingkat substrat (fermentasi), fotofosforilasi, atau fosforilasi oksidatif (respirasi). Kecuali fermentor obligat, semua mikroba melakukan respirasi. Pada tingkat sel, respirasi adalah proses kunci konservasi energi di mana potensi elektrokimia dihasilkan dari aliran elektron dari senyawa yang direduksi melalui sistem transportasi membran ke penerima elektron. Energi kimia yang dihasilkan digunakan untuk mendorong proses metabolisme sel (Carlson dkk., 2007).

BAB

6

BAKTERIOLOGI

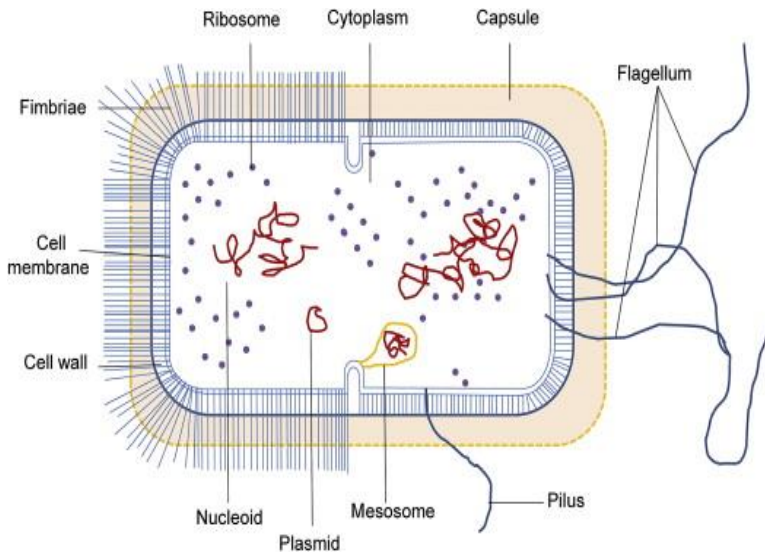
Yenti Purnamasari, S.Si, M.Kes

A. Pendahuluan

Bakteriologi berasal dari kata *bacterion / small rod* berarti batang kecil dan logos yang berarti ilmu, sehingga secara harfiah bakteriologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup kecil. Bakteriologi merupakan salah satu cabang ilmu mikrobiologi yang membahas mengenai morfologi, ekologi, genetika, sifat biokimia dan hal lainnya yang berhubungan dengan bakteri. Bakteri merupakan makhluk hidup yang mendominasi sistem kehidupan, namun karena ukurannya yang sangat kecil yaitu 0,4-2,0 μm dan warna dasar bakteri yang transparan membuat kita sangat sulit untuk mengamatnya kecuali dengan bantuan alat mikroskop dan beberapa metode pewarnaan.

B. Struktur Sel Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme bersel tunggal yang tidak memiliki membran inti sel, disebut prokariotik, dan melakukan pembelahan secara biner (Baron, 1996). Prokariotik memiliki nucleoid namun tidak memiliki membran penyelubung sehingga materi genetik akan kita temukan di dalam sitoplasma. Pada prokariotik, fungsi vital yang dilakukan oleh berbagai organel sel kompleks pada eukariotik akan dilakukan oleh membran plasma (Salton, 1996).



Gambar 6.1. Struktur sel bakteri (Zhou, 2015)

1. Dinding sel

Merupakan bagian terluar pembungkus suatu bakteri, berfungsi untuk membatasi organel sel dalam bakteri dengan lingkungannya. Ketebalan dinding sel sekitar 15 - 30 nm tersusun dari peptidoglikan seperti mukopeptida, glycopeptide dan murein. Dinding sel bakteri tidak memiliki warna, kuat serta fleksibel. Kandungan dinding sel bakteri ini dapat berbeda antara satu dengan lainnya, perbedaan ini digunakan untuk melakukan klasifikasi sifat bakteri. Bakteri gram negatif dan gram positif dibedakan berdasarkan komponen penyusun dinding sel nya (Gambar 2).

Pada tahun 1844, Christian Gram menemukan suatu metode pewarnaan yang masih digunakan hingga sekarang yaitu pewarnaan gram positif dan negative. Pewarnaan ini akan membedakan bakteri gram positif dan negatif. Bakteri gram positif memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal dan dihubungkan oleh asam teikoat, sedangkan bakteri gram negatif memiliki lapisan penyusun dinding sel yang lebih kompleks. Pada dinding sel bakteri gram negatif kaya akan lipid, dan membran yang berlipat ganda terdiri atas

BAB

7

VIROLOGI

Ani Umar, S.ST., M.Kes

A. Pendahuluan

Virus merupakan mikroorganisme yang sangat kecil untuk dapat dilihat dibawah mikroskop biasa dan tidak dapat dibiakkan di luar inangnya (Johnson et al. 2011). Virus berukuran lebih kecil dari bakteri, namun beberapa berukuran besar, yaitu virus Vaccinia atau hampir sama Mycoplasma, Rickettsia, dan Chlamydia (Sri Harti 2015).

Sejarah penemuan virus dimulai dari agen penyebab penyakit mosaik tembakau, yang dibuat oleh ilmuwan Rusia D.I. Ivanovsky pada tahun 1892. Dia telah menemukan agen ini sebagai ukuran partikel terkecil, mampu melewati filter bakteri, tidak terlihat dalam cahaya mikroskop, dan tidak memiliki kemampuan untuk tumbuh di media nutrisi yang berbeda (Locke et al. 2013)

B. Sifat-Sifat Virus

Virus memiliki sifat – sifat sebagai berikut yaitu:

1. Tidak mempunyai organisasi sel biasa
2. Mengandung salah satu jenis asam nukleat yaitu DNA atau RNA.
3. Mengandung pembungkus protein (protein coat) yang dapat berikatan dengan protein, lipid atau karbohidrat menyelubungi asam nukleat. Multiplikasi dalam sel hidup karena tidak mempunyai enzim yang dipakai untuk sintesa

protein dan pembentukan atp sehingga bersifat parasit obligat intraseluler.

4. dapat mensitesa struktur khusus yang mampu memindahkan asam nukleat virus pada sel lain.
5. Resisten terhadap antibiotika tetapi sensitif terhadap interferon (Sri Harti 2015).

C. Struktur Virus

Partikel virus ekstraseluler disebut virion, sebagai partikel lengkap, mampu berkembang, menjadi partikel virus yang tersusun dari asam nukleat dan diselubungi oleh pembungkus protein (protein coat) yang berfungsi melindungi dari lingkungan dan sebagai sarana transmisi dari satu *host* ke sel *host* lainnya (Straus 2007).

Partikel virus tersusun oleh:

1. Asam nukleat

Virus hanya mempunyai satu jenis asam nukleat. Yaitu DNA atau RNA. Asam nukleat berupa *single stranded* atau *double stranded*, sehingga dikenal DNA *double stranded* dan RNA *single stranded*. Tergantung jenis virusnya, DNA dapat linier atau sirkuler. pada beberapa virus, misalnya virus influenza, asam nukleatnya tersusun beberapa segmen. Jumlah asam nukleat bervariasi dari beberapa ratus hingga 250.000 nukleotida (Sri Harti 2015).

2. Kapsid dan Pembungkus

Kapsid adalah protein yang membentuk mantel di sekitar asam nukleat. Kapsid terdiri dari subunit protein identik yang disebut kapsomer. Protein kapsid virus terikat erat dengan asam nukleat genomik, lapisan ini yang disebut nukleokapsid. (Wagner edward K 2008), di beberapa virus, kapsid diselubungi oleh envelope/selaput yang tersusun dari kombinasi lipid, protein dan karbohidrat. Envelope tidak diselubungi oleh spikes (kompleks karbohidrat-protein dari permukaan envelope). Adanya spikes spesifik pada virus

BAB

8

MIKOLOGI

Supriyanto, S.Si, M.Ked

A. Pendahuluan

Mikologi adalah ilmu yang mempelajari jamur, berasal dari kata: mykes = jamur; logos = ilmu (bahasa Yunani). Perintis ilmu jamur adalah Pier Antonio Micheli, seorang ahli tumbuhan berbangsa Italia yang mempelajari jamur. Jamur bersel satu berbiak dengan membelah diri, atau dengan bertunas. Tunas-tunas yang dihasilkan itu biasanya kita sebut blastospora. Sepotong miselium atau sepotong hifa dapat tercabik-cabik sehingga terbentuk semacam koloni. Pembiakan aseksual semacam ini biasanya kita sebut fragmentasi. Jamur terbagi dalam dua golongan yaitu jamur yang uniseluler disebut khamir; contoh *Saccharomyces cerevisiae* dan yang multiseluler disebut kapang; contoh *Aspergillus fumigatus*. Jamur juga terbagi dalam dua golongan berdasarkan ukuran yaitu mikrofungi merupakan jamur yang strukturnya hanya dapat dilihat dengan mikroskop dan makrofungi yaitu jamur yang membentuk tubuh buah yang terbagi lagi dalam dua golongan yaitu jamur-jamur yang dapat dimakan atau disebut Edible mushroom; contoh *Pleurotus ostreatus* (jamur tiram), *Auricularia auricula* (jamur kuping), dan lain-lain, dan jamur-jamur beracun; contoh *Amanita pallioides*, *Rusula emetika*, dan lain-lain. Jamur terdiri dari struktur somatik atau vegetatif yaitu thallus yang merupakan filament atau benang hifa, miselium merupakan jalinan hifa. Jamur terdiri dari dua golongan yaitu yang bersifat uniseluler dikenal sebagai khamir atau ragi dan

yang bersifat multiseluler dikenal sebagai kapang. Sel khamir lebih besar dari pada kebanyakan bakteri dengan ukuran beragam, biasanya berbentuk telur, memanjang atau bola. Setiap spesies memiliki bentuk yang khas.

Prosedur identifikasi jamur secara konvensional dengan karakteristik dasar yaitu karakter kultur, struktur aseksual, struktur seksual, dan fisiologi. Karakteristik kultur meliputi warna, bentuk, ukuran, dan tekstur koloni. Struktur aseksual meliputi bentuk dan ukuran sel; tipe budding (unipolar, bipolar, multipolar); keberadaan arthroconidia, ballistoconidia, blastoconidia, clamp connections, endoconidia, germ tubes, hyphae, pseudohyphae, sporangia and sporangiospores. Struktur seksual meliputi askospora atau basidiospora (pengaturan, ornamentasi dinding selnya, jumlah, bentuk dan ukuran). Karakteristik fisiologi meliputi asimilasi, resistensi terhadap sikloheksimid, fermentasi, penggunaan nitrogen, hidrolisis urea dan studi suhu optimal. (Rakhmawati, 2012)

Jamur adalah suatu organisme heterotrof artinya untuk hidupnya memerlukan zat-zat organik dari organisme lain. Dari cara hidupnya jamur dibagi dalam 4 golongan yaitu: parasit, saprofit, komensal dan simbiosis. Sebagai parasit jamur memerlukan zat hidup yang diperoleh dari makhluk lain yaitu manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan. Sebagai saprofit atau saprofit jamur memerlukan zat organik mati untuk hidupnya terutama pada tumbuh-tumbuhan. Sebagai komensal atau simbiosis jamur memerlukan organisme lain untuk menumpang atau bersimbiosis misalnya mikoriza dan lichen. Jamur hidup kosmopolitan (tanah, air, udara, benda-benda, makanan, dan lain-lain). Bahan isolasi jamur tergantung kebutuhan. Jadi dapat berupa padat atau cairan. Media yang digunakan untuk pertumbuhan jamur umumnya adalah PDA (Patato Dekstrose Agar) untuk jamur kontaminan dan SDA (Sabouraud Dekstrose Agar), untuk jamur patogen. Untuk mengamati sifat-sifat hidup jamur dengan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis dengan mengamati pertumbuhan koloni jamur pada media pertumbuhan. Sifat-sifat koloni seperti,

BAB 9 | GENETIKA MIKROBA

Angriani Fusvita, S.Si, M.Si

A. Pendahuluan

Genetika adalah suatu ilmu yang mendefinisikan, menganalisis keturunan dan perubahan dalam susunan fungsi fisiologis yang membentuk sifat-sifat organisme. Unit hereditas adalah gen, segmen DNA yang membawa informasi urutan nukleotida untuk biokimia atau fisiologis tertentu. Pendekatan tradisional untuk genetika telah mengidentifikasi gen berdasarkan kontribusinya terhadap fenotipe, atau struktural kolektif dan sifat fisiologis sel atau organisme. Variasi fenotipik, baik itu warna mata pada manusia atau resistensi terhadap antibiotik dalam bakteri, umumnya diamati pada tingkat organisme. Bahan kimia dasar variasi fenotip adalah perubahan genotipe, atau perubahan urutan DNA dalam gen atau dalam organisasi gen (Jawetz, Melnick and Adelberg, 2007).

Genetika mikroba sebagian besar didasarkan pada pengamatan pertumbuhan. Variasi fenotip telah diamati berdasarkan kapasitas gen untuk mengizinkan pertumbuhan dalam kondisi seleksi; misalnya bakteri mengandung gen yang memberikan resistensi terhadap ampisilin yang dibedakan dari bakteri yang kekurangan gen pertumbuhan terhadap antibiotik, yang berfungsi sebagai agen seleksi. Perhatikan bahwa pemilihan gen membutuhkan ekspresinya, yang dalam kondisi sesuai dapat diamati pada tingkat fenotip. Genetika mikroba telah mengungkapkan bahwa gen terdiri dari DNA, dan pengamatan ini menjadi dasar untuk biologi molekuler. Dengan

demikian, genetika bakteri mendorong perkembangan rekayasa genetik, teknologi yang telah bertanggung jawab untuk kemajuan luar biasa di bidang kedokteran (Jawetz, Melnick and Adelberg, 2007). Adapun mikroba yang dipelajari dalam bidang genetika meliputi bakteri, virus, dan Jamur (khamir dan kapang), (Harti, 2015).

Tabel 9.1. Perbandingan ukuran genom pada prokariota, bakteriofage dan virus terpilih

	Organism	Size (kbp)
Prokaryotes		
Archae	<i>Methanococcus jannaschii</i>	1660
	<i>Archaeoglobus fulgidus</i>	2180
Eubacteria	<i>Mycoplasma genitalium</i>	580
	<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	820
	<i>Borrelia burgdorferi</i>	910
	<i>Chlamydia trachomatis</i>	1040
	<i>Rickettsia prowazekii</i>	1112
	<i>Treponema pallidum</i>	1140
	<i>Chlamydia pneumoniae</i>	1230
	<i>Helicobacter pylori</i>	1670
	<i>Haemophilus influenzae</i>	1830
	<i>Francisella tularensis</i>	1893
	<i>Coxiella burnetii</i>	1995
	<i>Neisseria meningitidis</i> serogroup A	2180
	<i>Neisseria meningitidis</i> serogroup B	2270
	* <i>Brucella melitensis</i>	2117 + 1178
	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	4410
	<i>Escherichia coli</i>	4640
	<i>Bacillus anthracis</i>	5227
* <i>Burkholderia pseudomallei</i>	4126 + 3182	
Bacteriophage	Lambda	48
Viruses	Ebola	19
	Variola major	186
	Vaccinia	192
	Cytomegalovirus	229

Sumber: (Jawetz, Melnick and Adelberg, 2007).

BAB 10 | MIKROFLORA NORMAL

Muji Rahayu, S.Si.,M.Sc.

A. Pendahuluan

Mikroflora normal didefinisikan sebagai populasi mikroorganisme yang hidup pada kulit dan selaput lendir manusia normal yang sehat. Jaringan internal termasuk darah, otak, otot, dll. pada orang yang sehat seringkali bersih dari kuman. Kulit dan selaput lendir, yang merupakan jaringan permukaan, secara terus-menerus bersentuhan dengan organisme lingkungan dan karenanya mudah dikolonisasi oleh spesies mikroba yang berbeda. Istilah flora normal mengacu pada kumpulan organisme yang biasanya ada di wilayah anatomi tertentu. Ada beberapa jamur dan protista eukariotik dalam flora normal manusia, tetapi bakteri adalah spesies mikroba yang paling umum. (<https://byjus.com/biology/microflora-of-human-body/>)

Sebelum lahir, janin manusia di dalam rahim dalam keadaan steril. Pada saat proses kelahiran, manusia mulai dikolonisasi oleh flora normal. Setelah lahir, bayi dapat dipegang dan diberi makan air susu ibu dalam waktu 48 jam, hal ini akan membentuk flora normal pada kulit dan rongga mulut. Manusia dewasa memiliki sekitar 10^{12} bakteri di kulitnya, 10^{10} di mulutnya, dan 10^{14} di saluran pencernaannya. Jumlah ini jauh lebih tinggi dari jumlah sel eukariotik di semua jaringan dan organ yang membentuk manusia (Saurav Bio, 2022) <https://microbiologynote.com/normal-microbiota>)

Mikroorganisme flora normal dapat membantu inang (dengan bersaing dengan patogen seperti *Salmonella* spp. atau dengan menghasilkan nutrisi yang dapat digunakan inang), tetapi mereka juga dapat membahayakan inang (mengakibatkan karies gigi, abses atau penyakit menular lainnya), dan mungkin bahkan ada sebagai komensal (mendiami tuan rumah dalam jangka panjang tanpa menimbulkan kerugian atau keuntungan apa pun). Sebagian besar peneliti tidak menganggap virus dan parasit sebagai bagian dari mikroflora normal karena tidak lazim dan tidak membantu inang. Meskipun sebagian besar mikroba normal yang ditemukan pada kulit, kuku, dan mata manusia aman untuk orang sehat, mereka dapat menyebabkan penyakit serius pada orang dengan sistem kekebalan yang lemah. Flora mikroba normal relatif stabil, dengan genera spesifik mengisi berbagai daerah tubuh selama periode tertentu dalam kehidupan individu (Davis, 1996).

Flora normal pada manusia biasanya berkembang secara berurutan, setelah lahir, yang mengarah ke populasi bakteri yang stabil yang membentuk flora normal pada masa dewasa. Faktor utama yang menentukan komposisi flora normal di suatu wilayah tubuh adalah sifat lingkungan setempat, yang ditentukan oleh pH, suhu, potensial redoks, dan kadar oksigen, air, dan nutrisi. Faktor lain seperti peristaltik, saliva, sekresi lisozim, dan sekresi imunoglobulin juga berperan dalam pengendalian flora. Populasi Gram-positif (*bifidobacteria* and *lactobacilli*) mendominasi saluran cerna pada awal kehidupan jika bayi disusui. Populasi bakteri ini berkurang dan digantikan oleh flora Gram-negatif (*Enterobacteriaceae*) saat bayi diberi susu botol. Jenis makanan cair yang diberikan kepada bayi adalah instrumen utama pengendalian flora ini; imunoglobulin dan, mungkin, elemen lain dalam ASI juga penting (Davis, 1996).

B. Klasifikasi Mikroflora Normal

Mikroflora normal diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu mikroflora penghuni tetap (*residen*) dan penghuni sementara (*transient*).

BAB

11

IMUNOLOGI

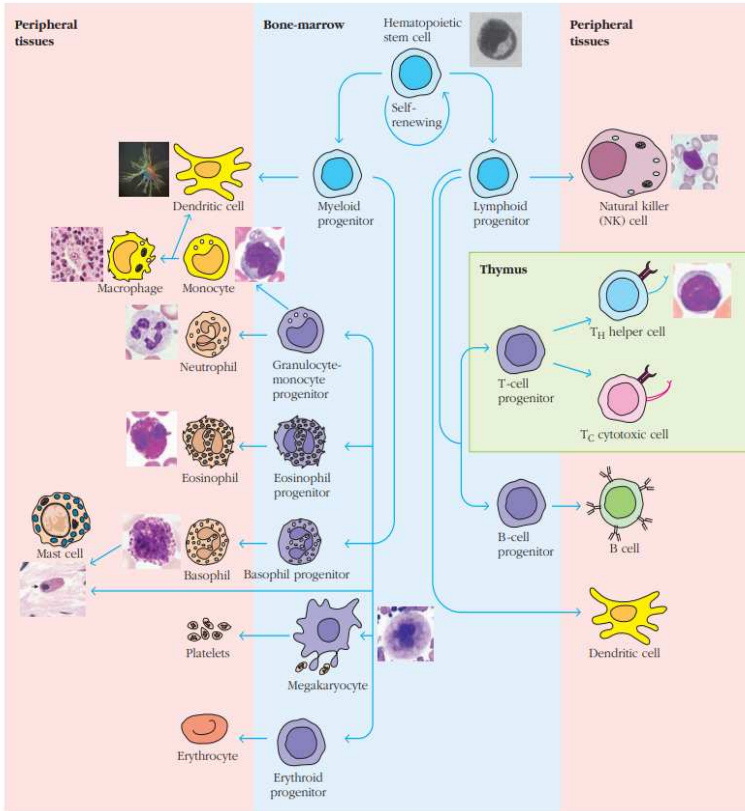
Tuty Yuniarty, S.Si., M.Kes

A. Pengantar Sistem Imun

Imunologi adalah salah satu cabang ilmu biomedis yang berhubungan dengan proses pertahanan, imunitas tubuh terhadap mikroorganisme asing yang dikenal sebagai antigen. Mikroorganisme asing tersebut dapat berupa virus, bakteri, jamur, protozoa dan parasit.

Dalam imunologi dikenal dengan istilah imunitas, sistem imun dan respon imun. Imunitas adalah pertahanan tubuh terhadap penyakit infeksi, yang berperan dalam imunitas tersebut adalah kumpulan sel-sel, jaringan, molekul yang disebut dengan sistem imun. Kumpulan sel-sel, molekul dan jaringan bekerja secara terkoordinasi dalam pertahanan tubuh dikenal sebagai reaksi respon imun (Abbas et al., 2016).

Sistem imun berasal dari sumsum tulang yang dikenal sebagai sel punca yaitu sel *hematopoietic stem cells* (HSC) yang memiliki kemampuan untuk meregenerasi atau “memperbarui diri” dan kemampuan untuk berdiferensiasi menjadi semua jenis sel yang beragam, Proses dimana HSC berdiferensiasi menjadi dewasa sel darah disebut hematopoiesis (Parija, 2012).



Gambar 11.1. Hematopoiesis (Owen et al., 2009)

Sistem imun terdiri dari sistem imun non spesifik dan sistem imun spesifik. Sistem imun non spesifik merupakan sistem imun bawaan atau alamiah, dimana kekebalan yang ada bukan berasal dari kontak mikroorganisme sebelumnya. Sistem imun spesifik dikenal juga dengan sistem imun adaptif dimana akan muncul setelah terpapar mikroorganisme yang spesifik.

BAB

12

MIKROBIOLOGI LINGKUNGAN

Susilawati, SKM, M. Sc

A. Pendahuluan

Mikrobiologi lingkungan didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari pengaruh penerapan mikroba pada lingkungan, aktivitas, kesehatan dan kesejahteraan manusia (Maier *et al.*1999). Mikrobiologi Lingkungan mencakup aktivitas mikroorganisme yang berada di lingkungan yang berperan di air, tanah dan udara serta di lingkungan yang ekstrim, yang dapat mempengaruhi lingkungan tersebut.

Mikrobiologi lingkungan merupakan bagian dari mikrobiologi yang mempelajari bentuk, sifat, dan peranan mikroorganisme di dalam lingkungan (air, tanah, udara). Beberapa bahasan utama dari mikrobiologi lingkungan antara lain mikrobiologi akuatik, mikrobiologi limbah, mikrobiologi tanah, dan mikrobiologi udara. Peranan bahasan tersebut sering dipakai dalam bidang kesehatan, bidang pertanian, bidang peternakan, bidang perikanan, bidang industri, bidang pengairan, dan bidang ruang angkasa. Peranan mikroba telah dikembangkan sebagai jasad yang secara langsung atau secara tidak langsung mempengaruhi lingkungan; dan sebagai jasad yang secara langsung maupun secara tidak langsung dipengaruhi oleh lingkungan. Penggunaan mikroorganisme sebagai jasad parameter alami (indikator alami) terhadap perubahan di dalam lingkungan telah banyak digunakan, khususnya akibat pencemaran domestik atau pencemaran non domestic (Waluyo,2013).

Mikroorganisme dapat merasakan dan beradaptasi dengan perubahan pada lingkungan mereka. Ketika nutrisi yang dibutuhkan tersebut mulai habis, beberapa mikroorganisme tersebut dapat menjadi motil untuk mencari nutrisi, atau mereka dapat menghasilkan enzim untuk mengeksploitasi sumber daya alternatif. Bahkan untuk beberapa mikroorganisme, dapat bertahan dengan kondisi lingkungan yang ekstrim dengan cara adaptasi yang berbeda-beda pada setiap mikroorganisme. Interaksi antara mikroorganisme, baik dari penyebarannya dan kemampuan beradaptasinya dengan lingkungan yang ekstrim disebut mikrobiologi lingkungan ekstrim.

B. Mikrobiologi Lingkungan Ekstrim

Mikrobiologi lingkungan ekstrim merupakan interaksi antara mikroorganisme, baik dari penyebarannya dan kemampuan beradaptasinya dengan lingkungan yang ekstrim (Pelczar, 2005). Mikroba menempati hampir semua bagian muka bumi dalam habitat yang sangat beragam. Walaupun demikian, hanya sedikit tempat yang didominasi oleh mikroba. Tempat-tempat tersebut terutama ditemukan pada lingkungan dengan kondisi ekstrim. Kemampuan mikroorganisme dalam beradaptasi dalam lingkungan ekstrim tersebut sangat bervariasi dan faktor-faktor yang mempengaruhi dari lingkungan tersebut adalah temperatur (tinggi mendekati titik didih air dan rendah mendekati titik beku air), kondisi pH (sangat asam dan sangat basa), konsentrasi garam, nilai ketersediaan air, tekanan osmotik, konsentrasi nutrient, dan kadar senyawa toksik. Mikroorganisme yang hidup pada kondisi-kondisi ekstrem, disebut sebagai mikroorganisme ekstremofil. Mikroba dari lingkungan ekstrim memiliki prospek dalam bidang bioteknologi. Beberapa bidang dapat membawa nilai dan aplikasi di berbagai bidang industri seperti produksi enzim, farmasi pengobatan, pangan, pertambangan, serta pengolahan limbah telah memanfaatkan peran mikroba dari lingkungan ekstrem.

BAB

13

MIKROBIOLOGI KESEHATAN

Eman Rahim, M.Pd

A. Pendahuluan

Mikroorganisme dapat menyebabkan penyakit yang telah melanda peradaban manusia selama berabad-abad. Sebelum timbulnya pengertian bahwa penyakit menular disebabkan oleh mikroorganisme, secara berkala populasi dihancurkan oleh wabah penyakit seperti difteri, pes, dan cacar. Dengan diterapkannya penemuan-penemuan yang dibuat di dalam bidang mikrobiologi, ilmu kedokteran telah mencapai kesuksesannya dalam melakukan diagnosis, pencegahan, dan penyembuhan penyakit. Penurunan dramatis jumlah kematian akibat infeksi, penggandaan panjang hidup rata-rata, bertahan hidupnya sebagian besar anak-anak pada waktu lahir, sebagian besar hasil pengetahuan yang ditemukan melalui penelaahan mikroorganisme (Irianto, 2013).

Perkembangan infeksi bergantung pada interaksi mikroorganisme (parasit) dan manusia (pejamu). Mikroorganisme dibedakan berdasarkan kemampuan untuk menyebabkan infeksi (patogenisitas) berbeda-beda; pada banyak mikroorganisme, kemampuan ini dipengaruhi oleh faktor virulensi mereka. Faktor virulensi juga dapat mempengaruhi penularan mikroorganisme (Elliott, Worthington, Osman, & Gill, 2013).

Pencegahan penyakit tergantung adanya pertahanan terhadap penyebaran dan penerapan secara praktis pengetahuan biologi. Hampir semua parasit pada suatu saat

dalam siklus hidupnya rentan terhadap pemusnahan. Penyakit dapat diatasi dengan beberapa cara, salah satu diantaranya memperkuat daya tahan tubuh serta memperkuat kekebalan terhadap kuman-kuman dengan mengonsumsi makanan yang bergizi (Irianto, 2013).

B. Infeksi Traktus Respiratorius

Infeksi traktus respiratorius atas sering dijumpai dan terutama disebabkan oleh virus serta jarang berbahaya

1. Infeksi Virus

a. Selesma (*Common cold*)

Sebagian besar selesma disebabkan oleh *rhinovirus*. Virus penyebab selesma lainnya adalah *coronavirus*, virus influenza, virus parainfluenza, *respiratory syncytial virus* (RSV) *metapneumovirus*, *adenovirus*, dan *enterovirus*. Sejumlah infeksi viral sistemik menyebabkan campak, parotitis, dan rubella. Penularan melalui aerosol atau droplet atau tangan yang tercemar oleh virus. Sekret dari hidung menyebabkan iritasi dan memicu bersin dan mempermudah penyebaran virus. Masa inkubasi 12 jam sampai 2 hari. Sekret hidung sering disertai oleh batuk, bersin, dan gejala tidak spesifik seperti nyeri kepala dan malaise. Sekret hidung dapat menyebabkan purulen. Infeksi bakterial sekunder oleh pneumokokus, *Haemophilus influenzae*, atau *Streptococcus pyogenes* dapat menyebabkan sinusitis, otitis media, atau trakea bronkus. Infeksi *enterovirus* dan *adenovirus* dapat menyebabkan faringitis dan konjungtivitis. Belum ada obat antiviral efektif untuk mengobati virus selesma, kecuali influenza pasien hanya diberi terapi simptomatis berupa mencuci tangan membantu pencegahan penularan (Elliott, Worthington, Osman, & Gill, 2013).

BAB

14

MIKROBIOLOGI PANGAN

Sufiah Asri Mulyawati, S.Si., M. Kes

A. Pendahuluan

Mikrobiologi pangan secara khusus berkaitan erat dengan mikroba, baik yang menguntungkan maupun merugikan terhadap kualitas dan keamanan bahan makanan. Mikroba makanan dapat bermanfaat, netral atau berbahaya bagi manusia. Bahan makanan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Protein, karbohidrat, lipid, vitamin dan mineral merupakan komponen utama bahan makanan. Mikroba memiliki kemampuan untuk mendegradasi protein, memfermentasi karbohidrat dan mengemulsi lemak dan minyak (Pelczar and Chan, 1988).

Bahan makanan mengandung berbagai nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan mikroba. Mikroba mungkin hanya berasal dari bahan mentah itu sendiri atau perkembangannya dapat terjadi melalui pemanenan/ penyembelihan, pengolahan, penyimpanan dan distribusi. Mikroba terlibat dalam kualitas dan keamanan produk (Sa'diyah et al., 2021).

Pada bab ini akan dijelaskan tentang sejarah perkembangan mikrobiologi pangan, peranan mikrobiologi pangan, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba, kerusakan bahan pangan oleh mikroba, pengendalian mikroba pada bahan pangan, fermentasi pangan, serta mikroba patogen yang berkaitan dengan bahan makanan.

B. Sejarah dan Peranan Mikrobiologi Pangan

1. Sejarah Perkembangan Mikrobiologi Pangan

Catatan sejarah masa lampau telah menunjukkan bahwa suku pengembara mengabdikan sebagian besar dari hidup mereka untuk mencari makan dan perlindungan. Hidup bergantung pada bahan pangan yang tersedia di alam. Tahun 9000 sampai 7000 SM peradaban primitif telah melakukan pembudidayaan biji-bijian, gandum, padi dan jagung, serta pemeliharaan hewan. Sejak saat itu usaha untuk mengawetkan makanan untuk mencukupi kebutuhan dari musim tanam ke musim tanam berikutnya terus berlangsung. Kebiasaan menyimpan makanan di gua dengan cara pengasapan, pengeringan, pengasinan, peragian, dan pembekuan serta penggunaan rempah-rempah mulai dilakukan pada 3500 sampai 2500 SM.

Madu telah lama digunakan sebagai sumber alam dan sebagai pengawet makanan. Metode pengawetan makanan telah berkembang dari waktu ke waktu berdasarkan kebiasaan yang digunakan dalam usaha pertanian. Baru pada abad kesembilan belas, akibat kontaminasi pangan dan mikroba, metode modern untuk mengawetkan makanan mulai berkembang.

2. Peranan Mikroba dalam Bahan Pangan

Peran mikroba dalam bahan pangan ada dua kategori yaitu menguntungkan dan merugikan (Azara dan Saidi, 2020). Peran mikroba yang menguntungkan dalam bahan pangan diantaranya adalah:

- a. Mikroba dimanfaatkan untuk menghasilkan produk fermentasi tertentu. Contoh: tempe, oncom, tape, tauco, yogurt, nata, kecap, dan lain-lain.
- b. Mikroba juga menghasilkan produk metabolit seperti asam amino, enzim, antibiotik, asam organik, dan lain-lain.

BAB

15

PENGENDALIAN MIKROBA

Bagus Muhammad Ihsan, S.Si., M.Kes

A. Pengertian Pengendalian Mikroba

Pengendalian mikroorganisme merupakan upaya pemanfaatan mikroorganisme dengan memaksimalkan manfaat peran mikroorganisme dan meminimalkan kerugian. Mikroorganisme selain memberikan manfaat juga dapat merugikan manusia berupa penyakit atau racun (Rahmi, N,2022).

Pengendalian mikroba bertujuan mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi dan mencegah pengrusakan serta pembusukan bahan oleh mikroba, menghambat pertumbuhan bakteri dan mencegah kontaminasi bakteri yang tidak dikehendaki kehadirannya dalam suatu media. (Waluyo,2004)

B. Metoda Pengendalian Mikroba

Pengendalian pertumbuhan mikroba diperlukan dalam situasi praktisi dan kemajuan yang signifikan dalam bidang pertanian, kedokteran, dan ilmu pangan yang telah dicapai dalam bidang mikrobiologi. Pengertian pengendalian ini adalah menghambat atau mencegah pertumbuhan mikroorganisme (ayun,2022)

Cara pengendalian pertumbuhan mikroba secara umum terdapat dua prinsip, yaitu:

1. dengan membunuh mikroba
2. menghambat pertumbuhan mikroba.

Pengendalian mikroba, khususnya bakteri dapat dilakukan baik secara kimia maupun fisik, yang keduanya bertujuan menghambat atau membunuh mikroba yang tidak dikehendaki. Istilah yang digunakan dalam mengendalikan jumlah mikroorganisme yakni :

- **Cleaning** (kebersihan) dan Sanitasi Cleaning dan Sanitasi sangat penting di dalam mengurangi jumlah populasi bakteri pada suatu ruang/tempat. Prinsip cleaning dan sanitasi adalah menciptakan lingkungan yang tidak dapat menyediakan sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba sekaligus membunuh sebagian besar populasi mikroba.
- **Desinfeksi** adalah proses penggunaan bahan kimia (desinfektans) terhadap peralatan, lantai, dinding atau lainnya untuk membunuh sel vegetatif mikrobial. Desinfeksi diaplikasikan pada benda dan hanya berguna untuk membunuh sel vegetatif saja, tidak mampu membunuh spora.
- **Antiseptik** merupakan aplikasi senyawa kimia yang bersifat antiseptik terhadap tubuh untuk melawan infeksi atau mencegah pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menghancurkan atau menghambat aktivitas mikroba.
- **Sterilisasi** merupakan proses menghancurkan semua jenis kehidupan sehingga menjadi steril. Sterilisasi seringkali dilakukan dengan pengaplikasian udara panas.

1. Pengendalian Mikroba Secara Kimia

Banyak zat-zat kimia yang dewasa ini digunakan untuk membunuh atau mengurangi jumlah mikroba, terutama yang patogen. Pengendalian secara kimia umumnya lebih efektif digunakan pada sel vegetatif bakteri, virus dan fungi, tetapi kurang efektif untuk menghancurkan bakteri dalam bentuk endospora. Oleh karena tidak ada bahan kimia yang ideal atau dapat digunakan untuk segala macam keperluan, maka diperlukan beberapa hal dalam

BAB

16

MIKROBA PENYEBAB PENYAKIT

Reni Yunus, S.Si., M.Sc

A. Pendahuluan

Berbagai penyakit khususnya penyakit infeksi disebabkan oleh mikroba patogen. Secara umum proses terjadinya penyakit disebabkan oleh adanya 3 hal yang saling terkait, antara lain: agen (merupakan faktor penyebab), faktor host/ inang, dan faktor lingkungan.

Dari berbagai mikroba penyebab penyakit, bakteri berperan penting sebagai penyebab infeksi. Hanya sebagian kecil dari sejumlah mikroba menimbulkan infeksi, atau dikenal dengan istilah pathogen. Penyakit menular yang disebabkan oleh invasi dan kolonisasi mikroba patogen pada tubuh, dapat disebabkan oleh berbagai mikroba patogen antara lain bakteri, virus dan jamur atau Protista. Infeksi merupakan kolonisasi, perbanyakan, invasi atau persistensi patogen di dalam atau pada inang. Sedangkan penyakit menular merupakan suatu perubahan keadaan kesehatan individu yang disebabkan oleh invasi dan kolonisasi tubuh oleh patogen, yang dapat berupa bakteri, virus dan penyakit dalam konteks ini (Kayser *et al.*, 2005).

Infeksi primer merupakan infeksi dimana terdapat invasi dan multiplikasi yang jelas mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan jaringan local. Adapun infeksi sekunder terjadi ketika ada invasi mikroorganisme setelah infeksi primer, seperti pneumonia bakteri setelah infeksi virus paru-paru. Sebuah infeksi yang tidak disengaja dapat disebabkan oleh organisme

yang biasanya tidak terkait dengan manusia tetapi dalam keadaan yang tidak biasa dapat menyebabkan penyakit. Misalnya *Clostridium tetani* yang bersifat anaerob yang hidupnya tersebar luas di tanah dan hanya dapat masuk ke tubuh sebagai hasil dari introduksi melalui tusukan atau goresan yang dalam, yang dapat menyebabkan kondisi tetanus yang berpotensi fatal. (Doron and Gorbach, 2008)

Kemampuan suatu organisme untuk menyebabkan penyakit disebut patogenitasnya adalah virulensinya. Virulensi pathogen mungkin terkait erat dengan factor-faktor seperti cara penularannya dan kemampuannya untuk hidup di luar inang. Jika suatu patogen bergantung pada kontak langsung untuk penularannya, tidak akan bermanfaat untuk merusak inangnya secara ekstensif.

Setelah seseorang terinfeksi, penyakit yang terlihat secara klinis mungkin terlihat ataupun tidak terlihat, dan hanya sebagian kecil infeksi yang signifikan secara klinis. Infeksi bakteri dapat ditularkan melalui berbagai mekanisme. Agar dapat menyebar, organisme dalam jumlah yang cukup harus bertahan hidup di lingkungan dan mencapai inang yang rentan. Banyak bakteri telah beradaptasi untuk bertahan hidup di air, tanah, makanan, dan di tempat lain. Beberapa menginfeksi vector seperti hewan atau serangga sebelum ke manusia lain (Hogg, 2005)

B. Penularan

Penularan mikroba patogen mungkin langsung (melibatkan kontak orang ke orang) atau secara tidak langsung. Penularan langsung melibatkan penularan dari orang ke orang tanpa keterlibatan perantara apa pun, seperti dalam kasus flu biasa influenza dan hepatitis A, serta penyakit menular seksual. Patogen ditularkan dengan cara ini seringkali sangat sensitif terhadap pengeringan dan lainnya faktor lingkungan dan tidak dapat bertahan jauh dari tubuh bahkan untuk waktu singkat, maka diperlukan transmisi langsung. Juga digolongkan sebagai langsung ditularkan adalah pathogen kulit seperti *Staphylococcus*

DAFTAR PUSTAKA

- Bhatia, R. and Ichhpujani, R.L. (2008) *Essentials of Medical Microbiology*. Fourt Edit. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publisher (P) Ltd.
- Darmawan, H. (2020) 'Mycobacterium leprae', *Tarumanegara Medical Journal*, 2(1), pp. 186–197.
- Doron, S. and Gorbach, S.L. (2008) 'Bacterial Infections : Overview'. USA: Elsevier, pp. 273–282.
- Forbes, B. et al (2007) 'Beiley and Scott's Diagnostic Microbiology'.
- Hogg, S. (2005) *Essential Microbiology*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Jorgensen, J.H. et al. (2015) *Manual of Clinical Microbiology*. 11th edition. Washington DC: ASM Press.
- Kayser, F.H. et al. (2005) *Medical Microbiology*. New York: Thieme Stuttgart.
- Lestari, I.D.A.M.D. and Hendrayana, M.A. (2017) *Identifikasi dan diagnosis bakteri Salmonella typhi*. Denpasar.
- Parija, S.C. (2012) *Textbook of Microbiology & Immunology*. 2nd Edition India: Elsevier.

TENTANG PENULIS



Dr. Hasyrul Hamzah, M.Sc. lahir di Ralla Kabupaten Barru Sulawesi Selatan, pada 13 Mei 1993. Ia tercatat sebagai lulusan Magister dan Doktoral Farmasi Universitas Gadjah Mada. Penulis saat ini menjadi dekan Di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur dan aktif melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat serta menulis artikel baik di jurnal nasional maupun internasional. Penulis juga mendapatkan penghargaan

Silver pada International Research and Innovation Symposium and Exposition 2022 yang diadakan oleh Universiti Tun Hussein Onn Malaysia



Ahmad Zil Fauzi, S.Si., M.Kes. lahir di Makassar tanggal 29 Oktober 1985. Meraih gelar Magister Kesehatan dari Sekolah Pascasarjana Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tahun 2017. Selain menyukai karya karya Pramudya Ananta Toer, dan produser film *prodokumenter* pada Rumah IDE Production House di Makassar, penulis juga menikmati kegiatan kepecintaalaman

(gunung dan laut dalam). Sejak tahun 2018-sekarang, penulis menjadi dosen tetap di Politeknik Kesehatan Kementerian Kendari.



Apt. Mahdalena Sy Pakaya, M.Si, lahir di Gorontalo, pada 16 Juni 1986. Pendidikan terakhir Magister Farmasi di Universitas Hasanuddin. Sejak 2018, terangkat menjadi ASN Dosen di Jurusan Farmasi Universitas Negeri Gorontalo. Sejak menempuh kuliah di S1 dan S2, telah menggeluti bidang fitokimia dan mikrobiologi. Sehingga dari awal berprofesi sebagai dosen hingga saat

ini bergabung dalam Tim Dosen bidang keilmuan Biologi Farmasi. Dan berpartisipasi dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi sesuai dengan keilmuan tersebut. Telah banyak inovasi produk - produk farmasi yang telah diformulasi melalui kolaborasi dengan mahasiswa, terutama produk farmasi dari bahan herbal (obat tradisional) yang berkhasiat sebagai antimikroba. Ini dapat menjadi alternatif pencegahan dan pengendalian infeksi tanpa harus menggunakan antibiotik, sehingga dapat mengurangi ancaman resistensi antibiotik.



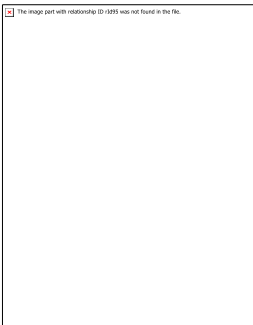
Hartati, S.Si., M.Kes, lahir di Raha, pada 10 Februari 1988. Ia tercatat sebagai lulusan Teknologi Laboratorium Kesehatan Universitas Hasanuddin dan Magister Ilmu Biomedik Universitas Hasanuddin. Wanita yang kerap disapa Tati ini adalah anak dari pasangan Suharta S.Pd (ayah) dan Wa Ode Iki (ibu). Pasangan dari Abdul Sakti, S.Hut.,M.Sc ini kehidupan sehari harinya berada di pelosok tenggara pulau Sulawesi. Penulis saat ini dikaruniai seorang putri dan seorang putra yang selalu menghibur penulis dalam proses penyusunan naskah ini. Penulis sebagai Dosen (NIDN: 0010028802) yang awalnya bekerja di Fakultas Kedokteran Universitas Halu Oleo tahun 2014 sampai dengan 2021 sebagai Dosen Non PNS, kemudian menjadi Direktur Politeknik Kesehatan Karya Persada Muna tahun 2021 sampai dengan 2022. Sekarang menjadi dosen Fakultas Ilmu Kesehatan di Universitas Karya Persada Muna.



Dr. Evy Yulianti, M.Sc, lahir di Bandung, pada tanggal 26 Juli 1980. Ia tercatat sebagai lulusan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada (S1), FKKMK Universitas Gadjah Mada (S2 dan S3).Wanita yang kerap disapa Evy ini adalah anak dari pasangan Alip Bin Umar (ayah) dan Sri Sukamti (ibu). Evy saat ini bekerja sebagai dosen di Departemen Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta.



Yenti Purnamasari, S.Si, M.Kes, lahir di Kendari, 04 Maret 1990. Menempuh pendidikan formal di Kota Kendari dan melanjutkan jenjang pendidikan Strata I pada Fakultas Farmasi Konsentrasi Teknologi Laboratorium Kesehatan Universitas Hasanuddin pada tahun 2007 - 2011. Berselang setahun kemudian melanjutkan pendidikan di program Magister Ilmu Biomedik konsentrasi Mikrobiologi tahun 2012 - 2014. Sejak tahun 2015 - sekarang, Yenti Purnamasari tercatat sebagai staf Pengajar di Fakultas Kedokteran Universitas Halu Oleo, Program studi Kedokteran dan giat melakukan kegiatan penelitian di bidang mikrobiologi dengan topik biologi molekuler dan penyakit infeksi. Pada tahun 2022, Yenti Purnamasari melanjutkan pendidikan doktor di Program studi Ilmu Kedokteran Universitas Hasanuddin dan memilih topik pemanfaatan mikrobiota sebagai probiotik untuk kesehatan wanita menopause menjadi tema disertasinya.



Ani Umar, S.ST.,M.Kes lahir di Kabaena pada 07 Juni 1988. Ia tercatat menyelesaikan Pendidikan D4 Teknologi Laboratorium Medis di Poltekkes Kemenkes Surabaya dan S2 pada Program Studi Kesehatan Masyarakat di Universitas Halu Oleo. Penulis Adalah Dosen Tetap pada Program Studi Teknologi laboratorium Medis Politeknik Bina Husada Kendari. Selain itu, Penulis juga merupakan anggota Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Medis (PATELKI) DPW Sultra di bidang Pendidikan dan Pengembangan SDM



Supriyanto, S.Si,M.Ked, lahir di Tulungagung 11 Nopember 1968. Magister Kedokteran Dasar Universitas Airlangga Surabaya 2010, Bekerja di Poltekkes Kemenkes Pontianak pada Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Mengampu Mata Kuliah : Parasitologi, Mikrobiologi, Mikologi dan Biomedik Dasar



Angriani Fusvita,S.Si M.Si, lahir di Kendari, pada 28 Juli 1987. Ia tercatat menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Biologi di Universitas Halu Oleo dan S2 pada Program Studi Mikrobiologi Medik di Institut Pertanian Bogor. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Bina Husada Kendari. Penulis adalah anggota Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) dan Perhimpunan Mikologi Indonesia (Mikoina), aktif melakukan penelitian dan menulis jurnal dalam bidang mikrobiologi dan parasitologi.



Muji Rahayu, S Si., M.Sc, lahir di Gunungkidul tanggal 15 Juni 1966. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Farmasi dan Pendidikan Profesi Apoteker pada Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, serta menyelesaikan pendidikan S2 pada Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedis, FK UGM pada peminatan Biokimia.



Tuty Yuniarty, S.Si.,M.Kes, lahir di Kendari tanggal 06 Mei 1978. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Kendari. Menyelesaikan pendidikan D3 Analis Kesehatan pada Poltekkes Kemenkes Makassar, dan S1 Analis Medis dan Kimia pada Sekolah Tinggi Analis Bakti Asih Bandung dan melanjutkan S2 Magister Kesehatan pada Universitas Indonesia Timur



Susilawati, SKM, M. Sc, lahir pada tanggal 07 Oktober 1972 di Pontianak Kalimantan Barat. Sekolah tinggi yang pernah ditempuh adalah Tugas belajar di Akademi Analis Kesehatan Bandung tamat tahun 1999, izin belajar di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Pontianak tamat tahun 2006, dan meraih gelar M.Sc di Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 2012. Tahun 2006-2008 sebagai dosen Luar Biasa di Akademi Kesehatan Lingkungan dan 2012 sampai sekarang sebagai dosen tetap di Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Pontianak. Ini adalah penulisan buku kolaborasi kelima, sebelumnya menulis buku Kesehatan lingkungan, Parasitologi Medik Dasar, Entomologi Medik dan Pendidikan Antikorupsi.



Eman Rahim, M.Pd, lahir di Gorontalo, pada 13 Juli 1987. Ia tercatat sebagai lulusan Pascasarjana S2 Pendidikan Biologi Universitas Negeri Gorontalo Tahun 2013. Pria yang kerap disapa Eman ini adalah anak ketujuh dari delapan bersaudara dari pasangan Bapak Husain Rahim dan Ibu Saripta Lagune. Pekerjaan saat ini sebagai tenaga Dosen Tetap Yayasan (DTY) pada Program Studi Ilmu Gizi STIKES Bakti Nusantara Gorontalo



Sufiah Asri Mulyawati, S.Si., M.Kes, lahir di Kendari, pada 26 Juni 1983. Ia tercatat sebagai lulusan Ilmu Biomedik konsentrasi Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin. Wanita yang kerap disapa phia ini adalah anak dari pasangan Chusaeri, S.Pd (ayah) dan Asmawati (ibu). Sejak tahun 2014 hingga saat ini menjadi dosen di program studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Halu Oleo.



Bagus Muhammad Ihsan, S.Si.,M.Kes, lahir di Sawahlunto Sijunjung, pada 24 Oktober 1992. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Padjajaran Bandung. Wanita yang kerap disapa Bagus ini adalah anak dari pasangan Khayan (ayah) dan Widyana L Puspita (ibu). Memiliki istri bernama Fadhilah dan dikaruniai 2 orang anak bernama Uwais Zhafran Arrasyid dan Maryam Zahira Kamila. Bagus Muhammad Ihsan Bekerja sebagai Dosen di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Pontianak Prodi D4 Teknologi Laboratorium Medis



Reni Yunus, S.Si.,M.Sc. Lahir di Asinua pada tanggal 16 Mei 1982. Merupakan alumni S1 Biologi Universitas Hasanuddin dan Alumnus S2 Prodi Ilmu Kedokteran Dasar Biomedik Peminatan Parasitologi Universitas Gadjah Mada. Saat ini menjalankan tugas sebagai Dosen Tetap di Poltekkes Kemenkes Kendari. Menekuni Penelitian di bidang Mikrobiologi dan Parasitologi serta mengajar MK Mikrobiologi, Bakteriologi, dan Parasitologi. Saat ini aktif menulis pada beberapa keilmuan bidang Mikrobiologi dan Parasitologi, baik sebagai penulis tunggal maupun bersama tim penulis lainnya.

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

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

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202320928, 13 Maret 2023

Pencipta

Nama : **Dr. Hasyrul Hamzah, S. Farm, M. Sc., Ahmad Zil Fauzi, S.Si, M.Kes dkk**

Alamat : Ralla, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan, 90762, Barru, SULAWESI SELATAN, 90762

Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Dr. Hasyrul Hamzah, S. Farm, M. Sc., Ahmad Zil Fauzi, S.Si, M.Kes dkk**

Alamat : Ralla, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan, 90762, Barru, SULAWESI SELATAN, 90762

Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Mikrobiologi Dasar**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 18 Februari 2023, di Purbalingga

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

Nomor pencatatan : 000453851

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



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

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

Disclaimer:

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