

PENGANTAR MIKROBIOLOGI

Tim Penulis:

Arya Ulilalbab | Ulfah Qomariyah | Eka Yunita Wulandari
Muhammad Khoerul | Rina Ningtyas | Fafa Nurdyansyah
Charlis Palupi | Dyah Ayu Widyastuti | Menik Kasiyati
Ni Ketut Yuliana Sari | Mamluatul Faizah | Ata Aditya Wardana
Azmi Prasasti | Devita Yudhayanti | Dhanang Puspita

Editor : Fildza Fadhila

PENGANTAR MIKROBIOLOGI

**Arya Ulilalbab
Ulfah Qomariyah
Eka Yunita Wulandari
Muhammad Khoerul
Rina Ningtyas
Fafa Nurdyansyah
Charlis Palupi
Dyah Ayu Widyastuti
Menik Kasiyati
Ni Ketut Yuliana Sari
Mamlumatul Faizah
Ata Aditya Wardana
Azmi Prasasti
Devita Yudhayanti
Dhanang Puspita**

PENGANTAR MIKROBIOLOGI

Penulis:

Arya Ulilalbab
Ulfah Qomariyah
Eka Yunita Wulandari
Muhammad Khoerul
Rina Ningtyas
Fafa Nurdyansyah
Charlis Palupi
Dyah Ayu Widyastuti
Menik Kasiyati
Ni Ketut Yuliana Sari
Mamlumatul Faizah
Ata Aditya Wardana
Azmi Prasasti
Devita Yudhayanti
Dhanang Puspita

Editor : **Fildza Fadhila, S.KM., M.Kes.**
Tata Letak : **Asep Nugraha, S.Hum.**
Desain Cover : **Septimike Yourintan Mutiara, S.Gz.**
Ukuran : **UNESCO 15,5 x 23 cm**
Halaman : **ix, 236**
ISBN : **978-623-8385-11-9**
Terbit Pada : **Oktober 2023**
Anggota IKAPI : **No. 073/BANTEN/2023**

Hak Cipta 2023 @ Sada Kurnia Pustaka dan Penulis

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

PENERBIT PT SADA KURNIA PUSTAKA

Jl. Warung Selikur Km.6 Sukajaya – Carenang, Kab. Serang-Banten
Email : sadapenerbit@gmail.com
Website : sadapenerbit.com & repository.sadapenerbit.com
Telpon/WA : +62 838 1281 8431

KATA PENGANTAR

Tertarik untuk memahami dunia yang tak terlihat yang ada di sekitar kita setiap hari? Buku Pengantar Mikrobiologi merupakan salah satu kunci untuk menjelajahi kehidupan mikroskopis yang penuh dengan misteri. Dalam buku ini, Kita akan dibawa dalam perjalanan mendalam ke dunia mikroorganisme, dari bakteri hingga virus, dan bagaimana mereka memainkan peran penting dalam kehidupan dan ekosistem sekitar. Dalam buku ini, pembaca akan memasuki dunia mikrobiologi yang tak terlihat secara kasat mata namun sangat penting. Dari bakteri yang hidup di dalam tubuh kita hingga virus yang bisa mengubah tatanan dunia, buku mikrobiologi ini membawa kita dalam perjalanan ilmiah yang menakjubkan. Dengan menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, buku ini membahas konsep-konsep dasar mikrobiologi, mulai dari struktur mikroorganisme hingga fungsinya dalam proses biologis. Anda akan memahami bagaimana mikroorganisme berperan dalam proses bioteknologi, industri, dan bahkan membahas mikrobiologi dalam tubuh manusia.

Buku Pengantar Mikrobiologi tidak hanya menyajikan teori, tetapi juga menghadirkan aplikasi dalam keseharian. Ini adalah buku seputar mikrobiologi yang lengkap bagi siapa saja yang ingin memahami betapa pentingnya mikroorganisme dalam menjaga keseimbangan ekologi. Selamat mengeksplorasi dunia mikrobiologi! Nikmati sajian materi seputar dasar-dasar mikrobiologi yang menakjubkan dalam buku pengantar ini. Buku Pengantar Mikrobiologi dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa biologi, mikrobiologi, bioteknologi, pertanian, peternakan, perikanan, kedokteran, gizi, teknologi pangan, mahasiswa bidang ilmu-ilmu kesehatan, dan mahasiswa jurusan lain yang membutuhkan. Dalam buku ini terdapat beberapa BAB, diantaranya yaitu 1). Dasar-dasar Mikrobiologi, 2). Struktur dan Fungsi Sel Mikroba, 3). Mikroorganisme Patogen, 4). Mikrobiota Manusia, 5). Teknik Dasar dalam Mikrobiologi, 6). Metode Kultur Mikroba, 7). Mikrobiologi Lingkungan, 8).

Bioteknologi Mikroba, 9). Genetika Mikroba, 10). Immunologi Mikroba, 11). Bioremediasi, 12). Mikrobiologi Pangan, 13). Mikrobiologi Tanah, 14). Mikroorganisme Ekstrem, 15). Mikrobiologi Industri

Dengan panduan ini, Kita akan memahami mikrobiologi dengan lebih baik, menggali rahasia kehidupan mikroba yang mengelilingi kita dalam keseharian. Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya penulisan buku ini. Tidak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan support dan segala bantuan dalam proses penyelesaian buku ini. Semoga kebermanfaatan ilmu mikrobiologi ini bisa berkembang dan dapat menciptakan kehidupan yang lebih baik.

Salam sukses

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 DASAR-DASAR MIKROBIOLOGI	1
Pendahuluan	1
Konsep Tentang Kehidupan.....	3
Filsafat Ilmu Mikrobiologi	5
Ruang Lingkup Ilmu Mikrobiologi.....	7
Peran Mikrobiologi dalam Kehidupan Sehari-hari.....	9
Masalah Mikrobiologi dan Cara Penanganannya	11
Daftar Pustaka.....	13
Profil Penulis.....	14
BAB 2 STRUKTUR DAN FUNGSI SEL MIKROBA	15
Pendahuluan	15
Sel Prokariotik dan Eukariotik.....	15
Bagian-Bagian Sel Prokariotik.....	18
Bagian-Bagian Sel Eukariotik.....	22
Daftar Pustaka.....	24
Profil Penulis.....	25
BAB 3 MIKROORGANISME PATOGEN.....	26
Definisi Mikroorganisme.....	26
Contoh Mikroorganisme Patogen	27
Daftar Pustaka.....	37
Profil Penulis.....	41

BAB 4 MIKROBIOTA MANUSIA	42
Pendahuluan	42
Definisi Mikrobiota Manusia	43
Macam-Macam Mikrobiota Berdasarkan Tempat yang Berbeda	44
Daftar Pustaka	54
Profil Penulis	68
BAB 5 TEKNIK DASAR DALAM MIKROBIOLOGI.....	69
Pengantar Teknik Dasar Mikrobiologi.....	69
Teknik Aseptis.....	70
Teknik Dasar Kultur Mikroba	73
Teknik Isolasi Mikroba.....	75
Teknik Identifikasi dan Determinasi Mikroba.....	76
Uji RNA Sekuens	78
Teknik Penghitungan Mikroba.....	78
Perhitungan Jumlah Sel.....	79
Perhitungan Massa Sel Secara Langsung.....	80
Perhitungan Massa Sel Secara Tidak Langsung	80
Daftar Pustaka.....	81
Profil Penulis.....	83
BAB 6 METODE KULTUR MIKROBA.....	84
Pendahuluan	84
Teknik Aseptis dan Sterilisasi.....	85
Media Pertumbuhan Mikroba.....	88
Metode Kultur Mikroba	89
Daftar Pustaka.....	96
Profil Penulis.....	97

BAB 7 MIKROBIOLOGI LINGKUNGAN	98
Bakteriologi Lingkungan.....	98
Beberapa Ciri Ekosistem Mikroba.....	99
Mikrobiologi Tanah.....	101
Mikrobiologi Lingkungan Akuatik.....	105
Mikrobiologi Udara.....	109
Daftar Pustaka.....	112
Profil Penulis.....	113
BAB 8 BIOTEKNOLOGI MIKROBA	114
Mikroba dalam Bioteknologi Konvensional.....	114
Mikroba dalam Bioteknologi Modern.....	117
Mikroba dalam Era CRISPR.....	122
Daftar Pustaka.....	125
Profil Penulis.....	128
BAB 9 GENETIKA MIKROBA.....	129
Struktur dan Fungsi dari Material Genetik.....	130
Variasi Bakteri.....	131
Aliran Informasi Genetik.....	132
Transfer Informasi.....	133
Replikasi DNA.....	134
Sintesis Protein.....	136
Mekanisme Transfer Gen (Horizontal).....	139
Mutasi/Perubahan Kode Genetik.....	141
Penyebab Mutasi.....	141
Kategori Mutasi.....	142
Akibat Mutasi.....	143
Daftar Pustaka.....	144
Profil Penulis.....	145

BAB 10 IMUNOLOGI MIKROBA	146
Pendahuluan	146
Imunitas Bawaan dan Adaptif	147
Respon Imun pada Infeksi Virus.....	149
Respon Imun pada Infeksi Bakteri	151
Respon Imun Pada Infeksi Jamur	155
Respon Imun Pada Infeksi Parasit.....	156
Daftar Pustaka.....	157
Profil Penulis.....	159
BAB 11 BIOREMEDIASI	160
Pengertian Bioremediasi.....	160
Jenis-Jenis Bioremediasi.....	162
Mekanisme Bioremediasi Mikroorganisme	166
Daftar Pustaka.....	170
Profil Penulis.....	171
BAB 12 MIKROBIOLOGI PANGAN.....	172
Pangan Sebagai Media Pertumbuhan Mikroba	172
Bakteri Non-Spora pada Pangan	174
Bakteri Patogen Non-Spora	179
Bakteri Patogen Pembentuk Spora	182
Sterilisasi Komersial.....	186
Daftar Pustaka.....	188
Profil Penulis.....	193
BAB 13 MIKROBIOLOGI TANAH	194
Pendahuluan	194
Mikroorganisme Tanah.....	195
Peranan Mikroorganisme Tanah.....	201
Mikroorganisme Tanah yang Merugikan	205

Daftar Pustaka.....	206
Profil Penulis.....	209
BAB 14 MIKROORGANISME EKSTRIM	210
Pendahuluan	210
Sel Prokariotik Arkaebakteri.....	212
Arkaebakteri Halofilik Ekstrim	214
Arkaebakteri Termofilik Ekstrim.....	216
Bakteri Metanogenik.....	219
Bakteri Penghasil Antibiotik.....	220
Daftar Pustaka.....	222
Profil Penulis.....	223
BAB 15 BIOLOGI INDUSTRI.....	224
Pengantar.....	224
Mikrobiologi Industri.....	225
Berburu Mikroba.....	225
Mikroba dan Pangan.....	227
Mikroba dan Kesehatan	229
Mikroba dan Pertanian dan Peternakan.....	229
Mikroba dan Lingkungan	232
Mikroba dan Energi	233
Bisnis Mikroba.....	234
Daftar Pustaka.....	235
Profil Penulis.....	236

BAB 1

DASAR-DASAR

MIKROBIOLOGI

Arya Ulilalbab, S.TP., M.Kes.

Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Malang

Pendahuluan

Mikrobiologi merupakan suatu ilmu terkait mikroorganisme, kelompok besar dan beragam organisme mikroskopis yang hidup dalam bentuk kelompok sel ataupun sebagai sel tunggal, termasuk di dalamnya virus yang mikroskopis (Jawetz et al., 2012). Dasar-dasar mikrobiologi adalah fondasi ilmu yang memungkinkan kita untuk memahami dunia mikroorganisme yang kecil namun penting. Mikroorganisme merupakan organisme kecil yang tidak dapat dilihat manusia tanpa menggunakan mikroskop. Beberapa mikroorganisme tersebut diantaranya yaitu bakteri, virus, fungi, alga dan protozoa (Lud Waluyo, 2016). Pengetahuan tentang taksonomi atau klasifikasi mikroorganisme juga merupakan bagian penting dari dasar mikrobiologi, karena hal tersebut membantu dalam pengelompokan dan identifikasi mikroorganisme.

Sel-sel mikroba adalah unit dasar kehidupan mikroorganisme yang memiliki struktur yang berbeda-beda tergantung pada jenisnya. Sebagai contoh, bakteri memiliki dinding sel yang berbeda dari fungi, dan virus. Pemahaman tentang struktur sel mikroba sangat penting dalam mikrobiologi karena hal ini dapat memengaruhi cara berkembang dan berinteraksi dalam lingkungan.

Penanganan masalah mikrobiologi memerlukan pendekatan holistik yang mencakup penggunaan teknologi, praktik kebersihan, perlindungan tanaman, dan pengawasan ketat dalam berbagai bidang agar dapat mengurangi dampak negatif dan dapat memanfaatkan dampak positif dari mikroorganisme.

Daftar Pustaka

- Fadhilla, R. (2018). *Biologi Sebagai Ilmu*.
- Jawetz, E.J., Melnick, dan Adelberg. (2004). *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*. EGC.
- Jawetz, Melnick, & Adelberg. (2012). *Mikrobiologi Kedokteran* (25th ed.). EGC.
- Johan Lucianus. (2003). Introduksi Genetika Molekular Virus. *JKM*, 3(1-5).
- Lud Waluyo. (2008). *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*. UMM Press.
- Lud Waluyo. (2016). *Mikrobiologi Umum*. UMM Press.
- Michael J. Pelczar dan E.C.S. Chan. (2013). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. UI-Press.
- Sulastri, E., Andriani, C., Zainudin, M., Wardhani, S., Astriani, M., & Ariyanto, E. (2022). Review: Peran Mikrobiologi pada Industri Makanan. *Indobiosains*, 4(1), 1-8. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v4i1.6444>

PROFIL PENULIS



Arya Ulilalbab, S.TP., M.Kes.

Saat ini (tahun 2023) penulis sedang menempuh Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang (UMM). Sebelumnya penulis lulus Pendidikan Sarjana Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Brawijaya pada tahun 2012 dengan masa studi 3 tahun 6 bulan dan telah lulus Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat peminatan Gizi di Universitas Airlangga pada tahun 2014. Sekolah tingkat atas penulis selesaikan di MAN 3 Kediri (sekarang beralih nama menjadi MAN 2 Kota Kediri). Di sekolah ini penulis pernah menjadi pengurus organisasi Pers Jurnalistik sehingga kesukaan menulis semakin terasah sejak mengikuti organisasi tersebut. Selama menempuh pendidikan sarjana, penulis aktif di organisasi IAAS (*International Association of Students in Agricultural and Related Sciences*), sebagai koordinator asisten praktikum biologi dasar dan sebagai asisten praktikum gizi dan evaluasi pangan.

Penulis memiliki kepakaran dibidang pengembangan produk, pangan fungsional, dan kesehatan masyarakat. Sebagai dosen profesional, penulis aktif melakukan tri dharma (Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) dibidang tersebut. 2 judul penelitian yang telah dilakukan mendapat dana hibah dari Kemenristek DIKTI. Sampai saat ini penulis aktif menjadi reviewer *AcTion: Aceh Nutrition Journal* (Sinta 2) dan *Amerta Nutrition* (Sinta 2). Saat ini penulis aktif juga sebagai anggota Perhimpunan Penggiat Pangan Fungsional dan Nutrasetikal Indonesia (P3FNI).

Email Penulis: arya.foodtechnologist@gmail.com

BAB 2

STRUKTUR DAN FUNGSI SEL MIKROBA

Ulfah Qomariyah, S.Tr.Gz., Dietisien.
Poltekkes Kemenkes Bandung

Pendahuluan

Semua makhluk hidup terbentuk atas sel, meskipun terdapat jenis makhluk yang hanya memiliki sel tunggal (uniseluler) dan ada pula yang terbentuk dari lebih dari satu sel atau banyak sel (multiseluler). Walaupun demikian pada prinsipnya hanya terdapat dua macam sel yang membentuk organisme hidup yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. Sel tumbuhan dan hewan diklasifikasikan sebagai sel eukariotik, sedangkan untuk mikroorganisme kemudian dipecah lagi menjadi dua kelompok. Untuk jenis bakteri masuk ke dalam klasifikasi sel prokariotik, sedangkan jamur dan ragi masuk dalam kategori sel eukariotik. Tetapi untuk virus tidak masuk dalam klasifikasi di tersebut dikarenakan mereka tidak mempunyai kemampuan untuk melakukan metabolisme meskipun mereka mempunyai unsur genetik yang diperlukan untuk bereproduksi (Hastuti, 2011).

Sel Prokariotik dan Eukariotik

Sel prokariotik dan sel eukariotik terbentuk dari unsur kimia yang hampir sama. Kedua sel mengandung asam nukleat, protein, lipid dan karbohidrat. Sel-sel ini juga melakukan reaksi kimia serupa untuk melakukan pemrosesan (metabolisme) makanan, menghasilkan protein dan menyimpan energi dalam tubuh. Perbedaan utama antara kedua sel tersebut yaitu komposisi dinding sel, struktur membran dan

Daftar Pustaka

- Britannica, Britannica, T.E. of E. (2023) *Eukaryote, Encyclopedia Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/eukaryote>.
- Fardiaz, S. (2014) 'Modul 1 Struktur Sel Mikroorganisme', in *Universitas Terbuka Repository*, pp. 1-7. Available at: <http://repository.ut.ac.id/4571/1/PANG4214-M1.pdf>.
- Hafsan (2011) *Mikrobiologi Umum*. Makassar: Alaudin Press.
- Hartono, R. and Azimata, R. (2019) *Biologi Sel dan Genetika, Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Indonesia.
- Hastuti, P.B. (2011) *Mikrobiologi*. Sleman: DeePublish.
- Kurniati, T. (2020) *Biologi Sel, Journal of Chemical Information and Modeling*. Bandung: Cendikia Press.
- Panji, E. (2012) *Struktur Sel Bakteri, Mikrobiologi*. Available at: <https://www.edubio.info/2015/08/struktur-sel-bakteri.html>.
- Vollmer, W., Blanot, D. and de Pedro, M.A. (2008) 'Peptidoglycan structure and architecture.', *FEMS microbiology reviews*, 32(2), pp. 149-167. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00094.x>.

PROFIL PENULIS



Ulfah Qomariyah., S.Tr.Gz., Dietisien.

Ketertarikan penulis terhadap ilmu kesehatan dimulai pada tahun 2011 silam saat penulis lulus SMA. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Poltekkes Kemenkes Yogyakarta dan mengambil jurusan gizi. Setelah lulus dari jurusan gizi penulis kemudian mengabdikan diri di Pedalaman Papua sebagai penugasan khusus Kemenkes RI dan bergabung pada beberapa penelitian Kesehatan. Oleh karena motivasi penulis untuk memperdalam ilmu kesehatan yang dimilikinya pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan D4 (Sarjana Terapan) dan Profesi di Poltekkes Kemenkes Bandung. Penulis berhasil menyelesaikan studi D4 di jurusan Gizi dan Dietetika pada tahun 2020 dan menyelesaikan studi Profesi Dietisien pada tahun 2022. Kemudian penulis kembali bergabung pada penanggulangan covid19 dan penelitian kesehatan. Disela-sela kesibukan penulis, penulis menyempatkan diri untuk menulis buku, artikel dan membuat konten edukasi yang penulis dedikasikan untuk seluruh masyarakat.

Email Penulis: ulfah.dietisien@gmail.com

BAB 3

MIKROORGANISME PATOGEN

Eka Yunita Wulandari, S.Tr.AK., M.Imun.
STIKES Banyuwangi

Definisi Mikroorganisme

Mikroorganisme patogen adalah mikroorganisme (meliputi bakteri, virus, dan jamur) yang mampu menyebabkan penyakit infeksi. Mikroorganisme patogen dapat menyerang makhluk hidup lainnya karena memiliki spesifisitas atau tropisme (kemampuan untuk hidup dalam tubuh organisme lain). Keparahan infeksi yang ditimbulkan dapat bervariasi, mulai dari penyakit ringan hingga kematian bergantung pada efek patogenik mikroorganisme, tingkat virulensi, faktor lingkungan dan sistem imun inang (Pinky Sarmah et al., 2018).

Mikroorganisme patogen dapat ditularkan antar individu melalui empat mekanisme yang meliputi: 1) oral-fekal, 2) *air-borne* (melalui udara), 3) transmisi (melalui sirkulasi darah), dan 4) kontak langsung dengan patogen atau individu terinfeksi mikroorganisme patogen. Penularan oral-fekal terjadi ketika individu sehat mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi feces individu lain yang terinfeksi patogen sehingga memfasilitasi lokalisasi usus individu sehat oleh mikroorganisme. Penularan *airborne* terjadi ketika individu sehat menghirup udara yang mengandung droplet individu lain yang terinfeksi. Mikroorganisme yang terdapat pada droplet tersebut masuk dan menyerang mukosa pernapasan individu sehat. Penularan transmisi dapat terjadi jika mikroorganisme patogen terhisap oleh serangga penghisap darah sehingga ikut terbawa kepada individu sehat lainnya melalui bekas gigitan serangga menuju aliran darah. Mikroorganisme patogen juga dapat ditularkan melalui kontak

Daftar Pustaka

- Algammal, A., Hetta, H., Elkelish, A., Alkhalifah, D. H., Hozzein, W. N., Batiha, G. E. S., Nahhas, N. El, & Mabrok, M. (2020). Methicillin-resistant staphylococcus aureus (MRSA): One health perspective approach to the bacterium epidemiology, virulence factors, antibiotic-resistance, and zoonotic impact. *Infection and Drug Resistance*, *13*, 3255–3265. <https://doi.org/10.2147/IDR.S272733>
- Anam, K., & Rahmawati, E. (2022). Pemeriksaan Mikroskopis BTA Menggunakan Metode Pewarnaan Ziehl Neelsen di RSUD Abdul Wahab Sjahranie Samarinda. *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik Borneo*, *1*(1), 54–61.
- Artini, N. N. Y., Tatontos, E. Y., & Urip. (2019). Analisis Jenis Plasmodium Penyebab Malaria Terhadap Hitung Jumlah Trombosit. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, *6*(1), 58. <https://doi.org/10.32807/jambs.v6i1.125>
- Aulia, A., Rahayu, S. R., Fauzi, L., & Prameswari, G. N. (2021). Determinan Perubahan Kadar CD4 pada Orang Dengan HIV-AIDS Koinfeksi TB. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, *1*(1), 472–478. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/IJPHN>
- Barantsevich, N., & Barantsevich, E. (2022). Diagnosis and Treatment of Invasive Cesions. *Antibiotics*, *11*(718), 1–19. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK13514/>
- Bhat, K. A., Manzoor, T., Dar, M. A., Farooq, A., Aillie, K. A., Wani, S. M., Dar, T. A., & Shah, A. A. (2022). Salmonella Infection and Pathogenesis. In S. B. Bhardwaj (Ed.), *Enterobacteria*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102061>
- Ciurea, C. N., Kosovski, I. B., Mare, A. D., Toma, F., Pintea-Simon, I. A., & Man, A. (2020). Candida and Candidiasis-Opportunism Versus Pathogenicity: A Review of The Virulence Traits. *Microorganisms*, *8*(6), 1–17.
- Eng, S. K., Pusparajah, P., Ab Mutalib, N. S., Ser, H. L., Chan, K. G., & Lee,

- L. H. (2015). Salmonella: A review on pathogenesis, epidemiology and antibiotic resistance. *Frontiers in Life Science*, 8(3), 284–293. <https://doi.org/10.1080/21553769.2015.1051243>
- Fitriany, J., & Sabiq, A. (2018). Malaria. *Jurnal Averrous*, 4(2).
- Framasari, D. A., Flora, R., & Sitorus, R. J. (2020). Infeksi Oportunistik pada ODHA (Orang dengan HIV/AIDS) terhadap Kepatuhan Minum ARV (Anti Retroviral) di Kota Palembang. *Jambi Medical Journal (JMJ)*, 8(1), 67–74. <https://doi.org/10.22437/jmj.v8i1.9374>
- Hamid, M., Assiry, M., Joseph, M., Haimour, W., Abdelrahim, I., Al-Abed, F., Fadul, A., & Al-Hakami, A. (2014). Candida and Other Yeasts of Clinical Importance in Aseer Region, Southern Saudi Arabia. *Saudi Medical Journal*, 35(10), 1210–1214.
- Huang, Y., Ai, L., Wang, X., Sun, Z., & Wang, F. (2022). Review and Updates on the Diagnosis of Tuberculosis. *Journal of Clinical Medicine*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/jcm11195826>
- Jacobsen, I. D. (2023). The Role of Host and Fungal Factors in the Commensal-to-Pathogen Transition of *Candida albicans*. *Current Clinical Microbiology Reports*, 10(2), 55–65. <https://doi.org/10.1007/s40588-023-00190-w>
- Jaenab, Prabwati, S., Novitasari, R., & Wulandari, S. R. (2021). Tingkat Pengetahuan Remaja Tentang Hiv/Aids Di SMA Negeri 10 Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan*, 12(1), 337–342. <http://ejurnal.stikesprimanusantara.ac.id/>
- Joegijantoro, R. (2018). Penyakit Infeksi. In *Intimedia* (Vol. 1, Issue August). Intimedia.
- Karuniawati, A., Burhan, E., Koendhori, E. B., Sari, D., Haryanto, B., Nuryastuti, T., Gayatri, A. A. A. Y., Bahrun, U., Kusumawati, R. L., Sugiyono, R. I., Susanto, N. H., Diana, A., Kosasih, H., Naysilla, A. M., Lokida, D., Neal, A., Siddiqui, S., Lau, C. Y., & Karyana, M. (2023). Performance of Xpert MTB/RIF and Sputum Microscopy Compared to Sputum Culture for Diagnosis of Tuberculosis in

- Seven Hospitals in Indonesia. *Frontiers in Medicine*, 9(January), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.909198>
- Marvellini, R. Y., & Izaak, R. P. (2021). Gambaran Radiografi Foto Thorax Penderita Tuberkulosis Pada Usia Produktif di RSUD Pasar Minggu (Periode Juli 2016 Sampai Juli 2017). *Jurnal Kedokteran*, 9(1), 1219–1223.
- Mengistu, M., Ray, K., Lewis, G. K., & DeVico, A. L. (2015). Antigenic Properties of the Human Immunodeficiency Virus Envelope Glycoprotein Gp120 on Virions Bound to Target Cells. *PLoS Pathogens*, 11(3), 1–33. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004772>
- Mueller, M., & Tainter, C. (2023). *Escherichia coli infection*. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564298/>
- Nandhini, P., Kumar, P., Mickymaray, S., Alothaim, A. S., Somasundaram, J., & Rajan, M. (2022). Recent Developments in Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus (MRSA) Treatment: A Review. *Antibiotics*, 11(5), 1–21. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050606>
- Pinky Sarmah, Meria M Dan, Dattatreya Adapa, & Sarangi TK. (2018). A Review on Common Pathogenic Microorganisms and Their Impact on Human Health. *Electronic Journal of Biology*, 14(1), 50–58.
- Pratistha, F. S. M., Sudhana, I. W., & Adnyana, I. W. L. (2017). Diagnosis Cepat Infeksi Saluran Kemih dengan Menghitung Jumlah Leukosituria pada Urinalisis Metode Flowcytometry Sysmex UX-2000 dengan Baku Emas Kultur Urin di RSUP Sanglah Denpasar. *Jurnal Penyakit Dalam Udayana*, 1(2), 52–56. www.jpदनud.org
- Rossi, E., Meuser, M. E., Cunanan, C. J., & Cocklin, S. (2021). Structure, Function, and Interactions of The HIV-1 Capsid Protein. *Life*, 11(2), 1–25. <https://doi.org/10.3390/life11020100>
- Sandika, J., & Suwandi, J. F. (2017). Sensitivitas Salmonella thypi Penyebab Demam Tifoid terhadap Beberapa Antibiotik. *Jurnal*

- Majority*, 6(1), 41–44.
<https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/1528>
- Sari, G. K., & Setyawati, S. T. (2022). Tuberkulosis Paru Post Wodec Pleural Efusion: Laporan Kasus Pulmonary Tuberculosis Post Wodec Pleural Effusion: Case Report. *Jurnal Medical Profession (MedPro)*, 4(2), 174–182.
- Singh, M., Suryanshu, Kanika, Singh, G., Dubey, A., & Rapalli, C. K. (2021). Plasmodium's Journey through The Anopheles Mosquito: A Comprehensive Review. *Biochimie*, 181, 176–190.
<https://doi.org/10.1016/j.biochi.2020.12.009>
- Suseno, C., Azali, C. P., Putra, R. R., & Meinapuri, M. (2015). Diagnosa Dini Pada Infeksi Hiv Tipe 1 Dengan Menggunakan Tes Double-Detect Protein. *Majalah Kedokteran Andalas*, 38(1), 41.
<https://doi.org/10.22338/mka.v38.i1.p41-48.2015>
- Yousefi, A., & Torkan, S. (2017). Uropathogenic Escherichia coli in the urine samples of Iranian dogs: Antimicrobial resistance pattern and distribution of antibiotic resistance genes. *BioMed Research International*, 2017(3), 1–10.
<https://doi.org/10.1155/2017/4180490>
- Yulian, R., Narulita, E., Iqbal, M., Sari, D. R., Suryaningsih, I., & Ningrum, D. (2020). Detection of virulence and specific genes of Salmonella sp. indigenous from Jembe , Indonesia. *Biodiversitas*, 21(7), 2889–2892. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210703>

PROFIL PENULIS



Eka Yunita Wulandari, S.Tr.AK., M.Imun.

Penulis menyelesaikan studi di Diploma 4 Analis Kesehatan/Teknologi Laboratorium Medik Poltekkes Kemenkes Surabaya pada Tahun 2017. Untuk menggapai cita-cita penulis menjadi seorang dosen, penulis melanjutkan studi di Magister Immunologi Universitas Airlangga dan lulus pada tahun 2020. Dilatarbelakangi oleh ketertarikan penulis terhadap dunia laboratorium medik dan pendidikan, penulis kini aktif mengajar sebagai dosen di Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medik (TLM) Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Banyuwangi sejak tahun 2020. Penulis juga masih aktif di dunia penerjemahan dan pengajaran Bahasa Inggris dan Bahasa Mandarin sebagai wujud kecintaannya juga terhadap Bahasa asing.

Email Penulis: ekayunita@stikesbanyuwangi.ac.id

BAB 4

MIKROBIOTA MANUSIA

Muhammad Khoerul, S.Si., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada

Pendahuluan

Awal kehidupan merupakan suatu pengalaman yang kompleks dan memiliki pengaruh dimasa yang akan datang, seperti suksesi mikrobiota selama awal kehidupan. Penyelidikan bertahun-tahun dari berbagai macam penelitian laboratorium, membuahkan hasil bahwa pascakelahiran memiliki kaitan dengan pematangan mikroba yang merupakan suatu hal penting dalam masa yang akan datang (Shen et al., 2021).

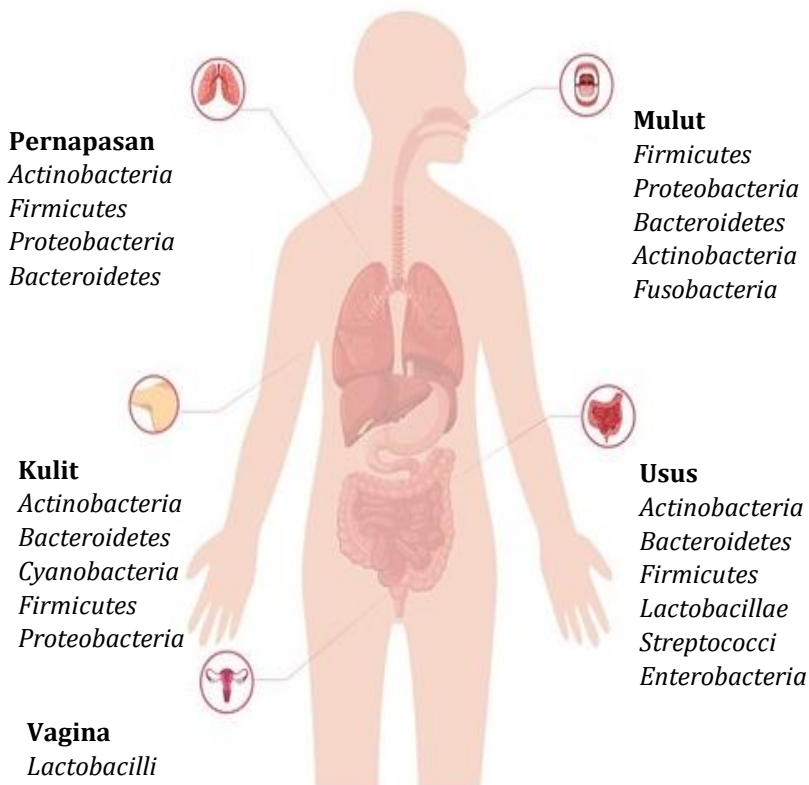
Paparan utama terhadap mikroorganisme terjadi selama persalinan, dan sangat tergantung pada cara persalinan (Dunn et al., 2017). Mikrobiota dari neonatus yang dilahirkan normal memiliki komposisi bakteri yang menyerupai mikrobiota vagina ibu, sedangkan neonatus yang dilahirkan melalui operasi caesar mirip dengan kulit ibu dan lingkungan rumah sakit serta kurang beragam, (Dunn et al., 2017).

Disamping itu, jika dilihat dari aspek lainnya yaitu asi pada ibu, mengandung komunitas bakteri yang kompleks yang dapat menumbuhkan microbiota usus pada bayi. Bakteri tersebut didominasi oleh spesies bakteri yang dapat memetabolisme oligosakarida pada ASI (Boudry et al., 2021). Sehingga dalam fungsinya yaitu sebagai simbiosis antara mikrobiota dengan inangnya, sebagai regulasi sistem imun, dan homeostasis sangatlah penting demi keberlanjutan kehidupan inangnya. Bahasan mengenai mikrobiota secara lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui bagaimana

mikrobiota itu sendiri serta manfaat dan kekurangannya didalam tubuh manusia.

Definisi Mikrobiota Manusia

Mikrobiota manusia adalah sejumlah besar mikroorganisme termasuk bakteri, yeast, dan virus, yang hidup berdampingan di berbagai lingkungan tempat di tubuh manusia seperti kulit, rongga mulut, paru-paru, dan usus (Ursell et al., 2014). Komunitas mikrobial bersimbiosis dengan inangnya (tubuh manusia) dan berkontribusi sebagai regulasi sistem imun dan menjaga homeostasis pada inangnya (Hou et al., 2022).



Gambar 4.1. Komposisi Mikrobiota Manusia di tempat yang Berbeda

Sumber: Hou *et al* (2022)

Daftar Pustaka

- Agustí, A., Celli, B. R., Criner, G. J., Halpin, D., Anzueto, A., Barnes, P., Bourbeau, J., Han, M. L. K., Martinez, F. J., de Oca, M. M., Mortimer, K., Papi, A., Pavord, I., Roche, N., Salvi, S., Sin, D. D., Singh, D., Stockley, R., López Varela, M. V., ... Vogelmeier, C. F. (2023). Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2023 Report: GOLD Executive Summary. *European Respiratory Journal*, 61(4). <https://doi.org/10.1183/13993003.00239-2023>
- Alonzo Martínez, M. C., Cazorla, E., Cánovas, E., Martínez-Blanch, J. F., Chenoll, E., Climent, E., & Navarro-López, V. (2021). Study of the vaginal microbiota in healthy women of reproductive age. *Microorganisms*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051069>
- Azevedo, M. J., Garcia, A., Costa, C. F. F. A., Ferreira, A. F., Falcão-Pires, I., Brandt, B. W., Ramalho, C., Zaura, E., & Sampaio-Maia, B. (2023). The contribution of maternal factors to the oral microbiota of the child: Influence from early life and clinical relevance. *Japanese Dental Science Review*, 59, 191–202. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2023.06.002>
- Barrientos-Durán, A., Fuentes-López, A., de Salazar, A., Plaza-Díaz, J., & García, F. (2020). Reviewing the composition of vaginal microbiota: Inclusion of nutrition and probiotic factors in the maintenance of eubiosis. In *Nutrients* (Vol. 12, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu12020419>
- Bayar, E., Bennett, P. R., Chan, D., Sykes, L., & Macintyre, D. A. (2020). The pregnancy microbiome and preterm birth. *Seminars in Immunopathology*, 42, 487–499. <https://doi.org/10.1007/s00281-020-00817-w/Published>
- Bergström, J. H., Birchenough, G. M. H., Katona, G., Schroeder, B. O., Schütte, A., Ermund, A., Johansson, M. E. V., & Hansson, G. C. (2016). Gram-positive bacteria are held at a distance in the colon mucus by the lectin-like protein ZG16. *Proceedings of the*

- National Academy of Sciences of the United States of America*,
113(48), 13833–13838.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1611400113>
- Bou Zerdan, M., Kassab, J., Meouchy, P., Haroun, E., Nehme, R., Bou Zerdan, M., Fahed, G., Petrosino, M., Dutta, D., & Graziano, S. (2022). The Lung Microbiota and Lung Cancer: A Growing Relationship. In *Cancers* (Vol. 14, Issue 19). MDPI. <https://doi.org/10.3390/cancers14194813>
- Boudry, G., Charton, E., Le Huerou-Luron, I., Ferret-Bernard, S., Le Gall, S., Even, S., & Blat, S. (2021). The Relationship Between Breast Milk Components and the Infant Gut Microbiota. In *Frontiers in Nutrition* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.629740>
- Byrd, A. L., Belkaid, Y., & Segre, J. A. (2018). The human skin microbiome. In *Nature Reviews Microbiology* (Vol. 16, Issue 3, pp. 143–155). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.157>
- Carrer, M., Crosby, J. R., Sun, G., Zhao, C., Damle, S. S., Kuntz, S. G., Monia, B. P., Hart, C. E., & Grossman, T. R. (2020). Antisense oligonucleotides targeting jagged 1 reduce house dust mite-induced goblet cell metaplasia in the adult murine lung. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology*, 63(1), 46–56. <https://doi.org/10.1165/rcmb.2019-02570C>
- Chan, J. Y. K., Cheung, M. K., Lan, L., Ng, C., Lau, E. H. L., Yeung, Z. W. C., Wong, E. W. Y., Leung, L., Qu, X., Cai, L., Zhu, H., Boon, S. S., Burk, R. D., Chan, P. K. S., & Chen, Z. (2022). Characterization of oral microbiota in HPV and non-HPV head and neck squamous cell carcinoma and its association with patient outcomes. *Oral Oncology*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2022.106245>
- Chen, X., Lu, Y., Chen, T., & Li, R. (2021). The Female Vaginal Microbiome in Health and Bacterial Vaginosis. In *Frontiers in*

Cellular and Infection Microbiology (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.631972>

Chen, Y., Zhou, J., & Wang, L. (2021). Role and Mechanism of Gut Microbiota in Human Disease. In *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.625913>

Chiu, S. F., Huang, P. J., Cheng, W. H., Huang, C. Y., Chu, L. J., Lee, C. C., Lin, H. C., Chen, L. C., Lin, W. N., Tsao, C. H., Tang, P., Yeh, Y. M., & Huang, K. Y. (2021). Vaginal microbiota of the sexually transmitted infections caused by chlamydia trachomatis and trichomonas vaginalis in women with vaginitis in Taiwan. *Microorganisms*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091864>

De Siena, M., Laterza, L., Matteo, M. V., Mignini, I., Schepis, T., Rizzatti, G., Ianiro, G., Rinninella, E., Cintoni, M., & Gasbarrini, A. (2021). Gut and reproductive tract microbiota adaptation during pregnancy: New insights for pregnancy-related complications and therapy. In *Microorganisms* (Vol. 9, Issue 3, pp. 1–15). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030473>

Deo, P. N., & Deshmukh, R. (2019). Oral microbiome: Unveiling the fundamentals. In *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology* (Vol. 23, Issue 1, pp. 122–128). Wolters Kluwer Medknow Publications. https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_304_18

Dunn, A. B., Jordan, S., Baker, B. J., & Carlson, N. S. (2017). The Maternal Infant Microbiome: Considerations for Labor and Birth. *MCN The American Journal of Maternal/Child Nursing*, 42(6), 318–325. <https://doi.org/10.1097/NMC.0000000000000373>

Fettweis, J. M., Serrano, M. G., Brooks, J. P., Edwards, D. J., Girerd, P. H., Parikh, H. I., Huang, B., Arodz, T. J., Edupuganti, L., Glascock, A. L., Xu, J., Jimenez, N. R., Vivadelli, S. C., Fong, S. S., Sheth, N. U., Jean, S., Lee, V., Bokhari, Y. A., Lara, A. M., ... Buck, G. A. (2019). The vaginal microbiome and preterm birth. *Nature Medicine*,

- 25(6), 1012–1021. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0450-2>
- Galvão, I., Tavares, L. P., Corrêa, R. O., Fachi, J. L., Rocha, V. M., Rungue, M., Garcia, C. C., Cassali, G., Ferreira, C. M., Martins, F. S., Oliveira, S. C., Mackay, C. R., Teixeira, M. M., Vinolo, M. A. R., & Vieira, A. T. (2018). The metabolic sensor GPR43 receptor plays a role in the control of *Klebsiella pneumoniae* infection in the lung. *Frontiers in Immunology*, 9(FEB). <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00142>
- Green, E. S., & Arck, P. C. (2020). Pathogenesis of preterm birth: bidirectional inflammation in mother and fetus. *Seminars in Immunopathology*, 42, 413–429. <https://doi.org/10.1007/s00281-020-00807-y>/Published
- Gudnadottir, U., Debelius, J. W., Du, J., Hugerth, L. W., Danielsson, H., Schuppe-Koistinen, I., Fransson, E., & Brusselaers, N. (2022). The vaginal microbiome and the risk of preterm birth: a systematic review and network meta-analysis. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12007-9>
- Hayashi, Y., Saito, T., Ohshima, T., Nakagawa, Y., & Maeda, N. (2015). Alterations of the oral microbiota and oral clinical findings in dry mouth. In *Journal of Oral Biosciences* (Vol. 57, Issue 4, pp. 171–174). Japanese Association for Oral Biology. <https://doi.org/10.1016/j.job.2015.07.001>
- Holdcroft, A. M., Ireland, D. J., & Payne, M. S. (2023). The Vaginal Microbiome in Health and Disease—What Role Do Common Intimate Hygiene Practices Play? In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020298>
- Holscher, H. D. (2017). Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. In *Gut Microbes* (Vol. 8, Issue 2, pp. 172–184). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.1080/19490976.2017.1290756>

- Hou, K., Wu, Z. X., Chen, X. Y., Wang, J. Q., Zhang, D., Xiao, C., Zhu, D., Koya, J. B., Wei, L., Li, J., & Chen, Z. S. (2022). Microbiota in health and diseases. In *Signal Transduction and Targeted Therapy* (Vol. 7, Issue 1). Springer Nature. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00974-4>
- Imoto, Y., Kato, A., Takabayashi, T., Sakashita, M., Norton, J. E., Suh, L. A., Carter, R. G., Weibman, A. R., Hulse, K. E., Stevens, W., Harris, K. E., Peters, A. T., Grammer, L. C., Tan, B. K., Welch, K., Conley, D. B., Kern, R. C., Fujieda, S., & Schleimer, R. P. (2018). Short-chain fatty acids induce tissue plasminogen activator in airway epithelial cells via GPR41&43. *Clinical and Experimental Allergy*, 48(5), 544–554. <https://doi.org/10.1111/cea.13119>
- Ito, Y., & Amagai, M. (2023). Dissecting skin microbiota and microenvironment for the development of therapeutic strategies. In *Current Opinion in Microbiology* (Vol. 74). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mib.2023.102311>
- Javed, A., Parvaiz, F., & Manzoor, S. (2019). Bacterial Vaginosis: An insight into the prevalence, alternative regimen treatments and it's associated resistance patterns. In *Microbial Pathogenesis* (Vol. 127, pp. 21–30). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.11.046>
- Johansson, M. E. V., Jakobsson, H. E., Holmén-Larsson, J., Schütte, A., Ermund, A., Rodríguez-Piñeiro, A. M., Arike, L., Wising, C., Svensson, F., Bäckhed, F., & Hansson, G. C. (2015). Normalization of host intestinal mucus layers requires long-term microbial colonization. *Cell Host and Microbe*, 18(5), 582–592. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2015.10.007>
- Johansson, M. E. V., Phillipson, M., Petersson, J., Velcich, A., Holm, L., Hansson, G. C., & Greenberg, E. P. (2008). *The inner of the two Muc2 mucin-dependent mucus layers in colon is devoid of bacteria*. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0803124105
- Joseph, R. J., Ser, H. L., Kuai, Y. H., Tan, L. T. H., Arasoo, V. J. T., Letchumanan, V., Wang, L., Pusparajah, P., Goh, B. H., Ab

- Mutalib, N. S., Chan, K. G., & Lee, L. H. (2021). Finding a balance in the vaginal microbiome: How do we treat and prevent the occurrence of bacterial vaginosis? In *Antibiotics* (Vol. 10, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10060719>
- Kalia, N., Singh, J., & Kaur, M. (2020). Microbiota in vaginal health and pathogenesis of recurrent vulvovaginal infections: A critical review. In *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials* (Vol. 19, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12941-020-0347-4>
- Kapur, S., Watson, W., & Carr, S. (2018). Atopic dermatitis. In *Allergy, Asthma and Clinical Immunology* (Vol. 14). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13223-018-0281-6>
- Khedkar, R., & Pajai, S. (2022). Bacterial Vaginosis: A Comprehensive Narrative on the Etiology, Clinical Features, and Management Approach. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.31314>
- Li, Q., Hu, Y., Zhou, X., Liu, S., Han, Q., & Cheng, L. (2020). Role of oral bacteria in the development of oral squamous cell carcinoma. In *Cancers* (Vol. 12, Issue 10, pp. 1–18). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/cancers12102797>
- Lozupone, C. A., Stombaugh, J. I., Gordon, J. I., Jansson, J. K., & Knight, R. (2012). Diversity, stability and resilience of the human gut microbiota. In *Nature* (Vol. 489, Issue 7415, pp. 220–230). <https://doi.org/10.1038/nature11550>
- Lu, M., Xuan, S., & Wang, Z. (2019). Oral microbiota: A new view of body health. In *Food Science and Human Wellness* (Vol. 8, Issue 1, pp. 8–15). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.12.001>
- Madhogaria, B., Bhowmik, P., & Kundu, A. (2022). Correlation between human gut microbiome and diseases. In *Infectious Medicine* (Vol. 1, Issue 3, pp. 180–191). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.imj.2022.08.004>

- Mangion, S. E., Mackenzie, L., Roberts, M. S., & Holmes, A. M. (2023). Seborrheic dermatitis: topical therapeutics and formulation design. In *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* (Vol. 185, pp. 148–164). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2023.01.023>
- Mao, Q., Jiang, F., Yin, R., Wang, J., Xia, W., Dong, G., Ma, W., Yang, Y., Xu, L., & Hu, J. (2018). Interplay between the lung microbiome and lung cancer. In *Cancer Letters* (Vol. 415, pp. 40–48). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2017.11.036>
- Martins, D., Mendes, F., & Schmitt, F. (2021). Microbiome: A Supportive or a Leading Actor in Lung Cancer? In *Pathobiology* (Vol. 88, Issue 2, pp. 198–207). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000511556>
- Menegati, L. M., de Oliveira, E. E., Oliveira, B. de C., Macedo, G. C., & de Castro e Silva, F. M. (2023). Asthma, obesity, and microbiota: A complex immunological interaction. In *Immunology Letters* (Vol. 255, pp. 10–20). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.imlet.2023.01.004>
- Moran, C. P., & Shanahan, F. (2014). Gut microbiota and obesity: Role in aetiology and potential therapeutic target. In *Best Practice and Research: Clinical Gastroenterology* (Vol. 28, Issue 4, pp. 585–597). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2014.07.005>
- Navarro, S., Abia, H., Delgado, B., Colmer-Hamood, J. A., Ventolini, G., & Hamood, A. N. (2023). Glycogen availability and pH variation in a medium simulating vaginal fluid influence the growth of vaginal Lactobacillus species and Gardnerella vaginalis. *BMC Microbiology*, 23(1), 186. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02916-8>
- Oh, D. H., Chen, X., Daliri, E. B. M., Kim, N., Kim, J. R., & Yoo, D. (2020). Microbial etiology and prevention of dental caries: Exploiting natural products to inhibit cariogenic biofilms. In *Pathogens*

- (Vol. 9, Issue 7, pp. 1–15). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/pathogens9070569>
- Oh, J. H., Alexander, L. M., Pan, M., Schueler, K. L., Keller, M. P., Attie, A. D., Walter, J., & van Pijkeren, J. P. (2019). Dietary Fructose and Microbiota-Derived Short-Chain Fatty Acids Promote Bacteriophage Production in the Gut Symbiont *Lactobacillus reuteri*. *Cell Host and Microbe*, 25(2), 273-284.e6.
<https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.11.016>
- O'Neill, A. M., & Gallo, R. L. (2018). Host-microbiome interactions and recent progress into understanding the biology of *acne vulgaris*. In *Microbiome* (Vol. 6, Issue 1). BioMed Central Ltd.
<https://doi.org/10.1186/s40168-018-0558-5>
- Papi, A., Brightling, C., Pedersen, S. E., & Reddel, H. K. (2018). Asthma. In *The Lancet* (Vol. 391, Issue 10122, pp. 783–800). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)33311-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)33311-1)
- Paulino, L. C. (2017). New perspectives on dandruff and seborrheic dermatitis: lessons we learned from bacterial and fungal skin microbiota. In *European journal of dermatology: EJD* (Vol. 27, Issue S1, pp. 4–7). <https://doi.org/10.1684/ejd.2017.3038>
- Pawar, K., & Aranha, C. (2022). Lactobacilli metabolites restore E-cadherin and suppress MMP9 in cervical cancer cells. *Current Research in Toxicology*, 3.
<https://doi.org/10.1016/j.crttox.2022.100088>
- Pendharkar, S., Skafte-Holm, A., Simsek, G., & Haahr, T. (2023). Lactobacilli and Their Probiotic Effects in the Vagina of Reproductive Age Women. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 3). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11030636>
- Proctor, D. M., & Relman, D. A. (2017). The Landscape Ecology and Microbiota of the Human Nose, Mouth, and Throat. In *Cell Host and Microbe* (Vol. 21, Issue 4, pp. 421–432). Cell Press.
<https://doi.org/10.1016/j.chom.2017.03.011>

- Ravel, J., Gajer, P., Abdo, Z., Schneider, G. M., Koenig, S. S. K., McCulle, S. L., Karlebach, S., Gorle, R., Russell, J., Tacket, C. O., Brotman, R. M., Davis, C. C., Ault, K., Peralta, L., & Forney, L. J. (2011). Vaginal microbiome of reproductive-age women. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*(SUPPL. 1), 4680–4687. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002611107>
- Ray Garcia, M., Leslie, S. W., & Wray, A. A. (2023). *Sexually Transmitted Infections Continuing Education Activity*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560808/>
- Rinninella, E., Tohumcu, E., Raoul, P., Fiorani, M., Cintoni, M., Mele, M. C., Cammarota, G., Gasbarrini, A., & Ianiro, G. (2023). The role of diet in shaping human gut microbiota. In *Best Practice and Research: Clinical Gastroenterology* (Vols. 62–63). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2023.101828>
- Sanders, M. G. H., Nijsten, T., Verlouw, J., Kraaij, R., & Pardo, L. M. (2021). Composition of cutaneous bacterial microbiome in seborrheic dermatitis patients: A cross-sectional study. *PLoS ONE*, *16*(5 May). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251136>
- Satpute, S. K., Mone, N. S., Das, P., Banat, I. M., & Banpurkar, A. G. (2019). Inhibition of pathogenic bacterial biofilms on PDMS based implants by *L. acidophilus* derived biosurfactant. *BMC Microbiology*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1412-z>
- Saur, N. M. (2020). Colorectal Cancer: Symptoms, Risk Factors. In *Diagnosis and Treatment. Colorec Cancer* (Vol. 6, Issue 2). <http://colorectal-cancer.imedpub.com>
- Shen, W., Qiu, W., Liu, Y., Liao, W., Ma, Y., He, Y., Wang, Z., & Zhou, H. (2021). Postnatal age is strongly correlated with the early development of the gut microbiome in preterm infants. *Translational Pediatrics*, *10*(9), 2313–2324. <https://doi.org/10.21037/tp-21-367>

- Simpson, J. L., Baines, K. J., Horvat, J. C., Essilfie, A. T., Brown, A. C., Tooze, M., McDonald, V. M., Gibson, P. G., & Hansbro, P. M. (2016). COPD is characterized by increased detection of *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae* and a deficiency of *Bacillus* species. *Respirology*, *21*(4), 697–704. <https://doi.org/10.1111/resp.12734>
- Smith, P. M., Howitt, M. R., Panikov, N., Michaud, M., Gallini, C. A., Bohlooly-Y, M., Glickman, J. N., & Garrett, W. S. (2013). The microbial metabolites, short-chain fatty acids, regulate colonic T reg cell homeostasis. *Science*, *341*(6145), 569–573. <https://doi.org/10.1126/science.1241165>
- Soewito Sutanto, S., Gusti Putu Raka Ariani, N., & Author, C. (2020). Atopic Dermatitis: A Review on Diagnosis and Management. *International Journal of Research and Review (Ijrrjournal.Com)*, *7*(6), 113.
- Song, C., Liu, R., Kong, B., Gu, Z., & Chen, G. (2023). Functional hydrogels for treatment of dental caries. *Biomedical Technology*, *5*, 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.bmt.2023.05.002>
- Suellen Ferro de Oliveira, C., & Kekhasharú Tavaría, F. (2023). The impact of bioactive textiles on human skin microbiota. In *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* (Vol. 188, pp. 66–77). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2023.05.004>
- Sulaiman, I., Wu, B. G., Li, Y., Tsay, J. C., Sauthoff, M., Scott, A. S., Ji, K., Koralov, S. B., Weiden, M., Clemente, J. C., Jones, D., Huang, Y. J., Stringer, K. A., Zhang, L., Geber, A., Banakis, S., Tipton, L., Ghedin, E., & Segal, L. N. (2021). Functional lower airways genomic profiling of the microbiome to capture active microbial metabolism. *European Respiratory Journal*, *58*(1). <https://doi.org/10.1183/13993003.03434-2020>
- Tan, A. U., Schlosser, B. J., & Paller, A. S. (2018). A review of diagnosis and treatment of acne in adult female patients. In *International*

- Journal of Women's Dermatology* (Vol. 4, Issue 2, pp. 56–71). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2017.10.006>
- Tao, S., Wang, Z., Quan, C., Ge, Y., & Qian, Q. (2021). The effects of ALA-PDT on microbiota in pilosebaceous units of patients with severe acne: A metagenomic study. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 33. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102050>
- Tasso, C. O., Ferrisse, T. M., Barros De Oliveira, A., Ribas, B. R., & Habib Jorge, J. (2023). Candida species as potential risk factors for oral squamous cell carcinoma: Systematic review and meta-analysis. *Cancer Epidemiology*, 86, 102451. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2023.102451>
- Thio, C. L. P., Chi, P. Y., Lai, A. C. Y., & Chang, Y. J. (2018). Regulation of type 2 innate lymphoid cell-dependent airway hyperreactivity by butyrate. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 142(6), 1867-1883.e12. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2018.02.032>
- Thomas, M. C., Viaud-Murat, E. M., Bahra, L., Ludwig, B. R., & Kadakia, S. P. (2023). Hypervascular floor of mouth tumor: Rare presentation of oral cavity squamous cell carcinoma. *American Journal of Otolaryngology*, 104046. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2023.104046>
- Tiew, P. Y., Thng, K. X., & Chotirmall, S. H. (2022). Clinical Aspergillus Signatures in COPD and Bronchiectasis. In *Journal of Fungi* (Vol. 8, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/jof8050480>
- Trompette, A., Gollwitzer, E. S., Pattaroni, C., Lopez-Mejia, I. C., Riva, E., Pernot, J., Ubags, N., Fajas, L., Nicod, L. P., & Marsland, B. J. (2018). Dietary Fiber Confers Protection against Flu by Shaping Ly6c- Patrolling Monocyte Hematopoiesis and CD8+ T Cell Metabolism. *Immunity*, 48(5), 992-1005.e8. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2018.04.022>
- Uberoi, A., Bartow-McKenney, C., Zheng, Q., Flowers, L., Campbell, A., Knight, S. A. B., Chan, N., Wei, M., Lovins, V., Bugayev, J., Horwinski, J., Bradley, C., Meyer, J., Crumrine, D., Sutter, C. H.,

- Elias, P., Mauldin, E., Sutter, T. R., & Grice, E. A. (2021). Commensal microbiota regulates skin barrier function and repair via signaling through the aryl hydrocarbon receptor. *Cell Host and Microbe*, 29(8), 1235-1248.e8. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2021.05.011>
- Ungaro, R., Mehandru, S., Allen, P. B., Peyrin-Biroulet, L., & Colombel, J. F. (2017). Ulcerative colitis. In *The Lancet* (Vol. 389, Issue 10080, pp. 1756–1770). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)32126-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32126-2)
- Ursell, L. K., Haiser, H. J., Van Treuren, W., Garg, N., Reddivari, L., Vanamala, J., Dorrestein, P. C., Turnbaugh, P. J., & Knight, R. (2014). The intestinal metabolome: An intersection between microbiota and host. *Gastroenterology*, 146(6), 1470–1476. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.03.001>
- Vagios, S., & Mitchell, C. M. (2021). Mutual Preservation: A Review of Interactions Between Cervicovaginal Mucus and Microbiota. In *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.676114>
- Wen, Z. T., Huang, X., Ellepola, K., Liao, S., & Li, Y. (2022). Lactobacilli and human dental caries: more than mechanical retention. *Microbiology (United Kingdom)*, 168(6). <https://doi.org/10.1099/mic.0.001196>
- Wu, N., Feng, Y. Q., Lyu, N., Wang, D., Yu, W. D., & Hu, Y. F. (2022). *Fusobacterium nucleatum* promotes colon cancer progression by changing the mucosal microbiota and colon transcriptome in a mouse model. *World Journal of Gastroenterology*, 28(18), 1981–1995. <https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i18.1981>
- Wu, S., Rhee, K. J., Albesiano, E., Rabizadeh, S., Wu, X., Yen, H. R., Huso, D. L., Brancati, F. L., Wick, E., McAllister, F., Housseau, F., Pardoll, D. M., & Sears, C. L. (2009). A human colonic commensal promotes colon tumorigenesis via activation of T

- helper type 17 T cell responses. *Nature Medicine*, 15(9), 1016–1022. <https://doi.org/10.1038/nm.2015>
- Wypych, T. P., Wickramasinghe, L. C., & Marsland, B. J. (2019). The influence of the microbiome on respiratory health. In *Nature Immunology* (Vol. 20, Issue 10, pp. 1279–1290). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41590-019-0451-9>
- Xiao, X., Shi, Z., Song, Y., Li, K., Liu, S., & Song, Z. (2023). Oral microbiota in active and passive states of recurrent aphthous stomatitis: An analysis of case-control studies. *Archives of Oral Biology*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2023.105751>
- Xing, P. Y., Zhu, Y. X., Wang, L., Hui, Z. G., Liu, S. M., Ren, J. S., Zhang, Y., Song, Y., Liu, C. C., Huang, Y. C., Liao, X. Z., Xing, X. J., Wang, D. Bin, Yang, L., Du, L. Bin, Liu, Y. Q., Zhang, Y. Z., Liu, Y. Y., Wei, D. H., ... Dai, M. (2019). What are the clinical symptoms and physical signs for non-small cell lung cancer before diagnosis is made? A nation-wide multicenter 10-year retrospective study in China. *Cancer Medicine*, 8(8), 4055–4069. <https://doi.org/10.1002/cam4.2256>
- Zeng, Y., Fadaak, A., Alomeir, N., Wu, Y., Wu, T. T., Qing, S., & Xiao, J. (2023). Effect of Probiotic *Lactobacillus plantarum* on *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* Clinical Isolates from Children with Early Childhood Caries. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3). <https://doi.org/10.3390/ijms24032991>
- Zhang, Y., Wang, X., Li, H., Ni, C., Du, Z., & Yan, F. (2018a). Human oral microbiota and its modulation for oral health. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 99, pp. 883–893). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.01.146>
- Zhang, Y., Wang, X., Li, H., Ni, C., Du, Z., & Yan, F. (2018b). Human oral microbiota and its modulation for oral health. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* (Vol. 99, pp. 883–893). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.01.146>

- Zhou, Y., Liu, M., Liu, K., Wu, G., & Tan, Y. (2023). Lung microbiota and potential treatment of respiratory diseases. In *Microbial Pathogenesis* (Vol. 181). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106197>
- Zhu, Z., He, Z., Xie, G., Fan, Y., & Shao, T. (2021). Altered oral microbiota composition associated with recurrent aphthous stomatitis in young females. *Medicine (United States)*, *100*(10), E24742. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024742>
- Zuo, Y. H., Wang, W. Q., Chen, Q. J., Liu, B., Zhang, F. Y., Jin, X. Y., Hang, J. Q., Li, H. Y., Bao, Z. Y., Jie, Z. J., Wang, G. F., Gao, X. W., Sun, H., Xu, J. F., Zhang, J., & Qu, J. M. (2020). Candida in Lower Respiratory Tract Increases the Frequency of Acute Exacerbation of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Retrospective Case-Control Study. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.538005>

PROFIL PENULIS



Muhammad Khoerul, S.Si., M.Sc.

Penulis lahir di Manokwari, pada tanggal 27 Maret 1997. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Menempuh Pendidikan S1, di Fakultas Sains dan Teknologi Terapan Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta Prodi Biologi dan lulus pada tahun 2019. Kemudian penulis menyelesaikan studi S2 pada tahun 2022 di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Prodi Biologi. Mengawali karir, penulis bekerja saat ini sebagai Tim Editor THE 8th ICBS: The 8th International Conference on Biological Sciences Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Tahun 2023. Penulis sangat tertarik mengenai bidang mikrobiologi, terutama Mikrobiota Manusia. Penulis tertarik dalam menulis buku, dan semoga buku yang ditulis ini bisa bermanfaat bagi banyak orang.

Email Penulis: muhammadkhoerul2@gmail.com

BAB 5

TEKNIK DASAR DALAM MIKROBIOLOGI

Rina Ningtyas, S.Si., M.Si.
Politeknik Negeri Jakarta

Pengantar Teknik Dasar Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari semua organisme kehidupan yang sangat kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tanpa bantuan mikroskop. Mikroba ini memainkan peran penting dalam siklus nutrisi, biodegradasi/biodeteriorasi, perubahan iklim, penyebaran makanan, penyebab dan pengendalian penyakit, dan bioteknologi. Berkat keserbagunaannya, mikroba dapat dimanfaatkan dalam berbagai cara: membuat obat-obatan yang menyelamatkan jiwa, memproduksi biofuel, membersihkan polusi, dan memproduksi/mengolah makanan dan minuman (microbiology society, 2023)

Teknik mikrobiologi diperlukan untuk mempelajari struktur, fungsi, metabolisme, dan genom mikroba. Mereka membantu memahami cara kerja mikroba, berinteraksi dengan organisme hidup, menyebabkan penyakit, dan bagaimana mikroba dapat diterapkan untuk keperluan manusia. Teknik dasar laboratorium mikrobiologi meliputi teknik aseptik, teknik kultur, enumerasi bakteri, dan identifikasi berbagai kelas mikroba. Teknik-teknik ini menjadi dasar penelitian dan eksperimen lanjutan yang dilakukan pada mikroba. Data yang diperoleh melalui eksperimen ini juga berkaitan dengan cabang biologi lainnya, termasuk biologi molekuler, ilmu tanah, pertanian, dan evolusi organisme (Singh, 2022)

Daftar Pustaka

- Hazan, R., Que, Y.-A., Maura, D., & Rahme, L. G. (2012). A method for high throughput determination of viable bacteria cell counts in 96-well plates. *BMC Microbiology*, *12*(1), 259. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-12-259>
- Kothekar, A. T., & Kulkarni, A. P. (2020). Basic Principles of Disinfection and Sterilization in Intensive Care and Anesthesia and Their Applications during COVID-19 Pandemic. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, *24*(11), 1114–1124. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23562>
- Machmud, M. (2001). Teknik Penyimpanan dan Pemeliharaan Mikroba. *Buletin AgroBio*, *4*(1), 24–32.
- Microbiology Society. (2023). *WHAT IS MICROBIOLOGY?* <https://microbiologysociety.org/why-microbiology-matters/what-is-microbiology.html>
- Noel, T. C., Rubin, J. E., Acebo Guerrero, Y., Davis, M. C., Dietz, H., Libertucci, J., & Sukdeo, N. (2020). Keeping the microbiology lab alive: Essential microbiology lab skill development in the wake of COVID-19. *Canadian Journal of Microbiology*, *66*(10), 603–604. <https://doi.org/10.1139/cjm-2020-0373>
- Parija, S. C. (2012). *Textbook of Microbiology and Immunology, 2nd Edition*. ELSEVIER.
- Rosmania, R., & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, *22*(2), 76. <https://doi.org/10.56064/jps.v22i2.564>
- Siddiquee, S. (2017). The Basic Concept of Microbiology. In S. Siddiquee, *Practical Handbook of the Biology and Molecular Diversity of Trichoderma Species from Tropical Regions* (pp. 1–15). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64946-7_1

Singh, A. (2022). Basic Microbiology Techniques. <https://Conductscience.Com/Microbiology-Techniques/>.

Zhang, H., Yu, H.-Y., Wang, C., & Yao, J. (2017). Effect of silver contents in cellulose nanocrystal/silver nanohybrids on PHBV crystallization and property improvements. *Carbohydrate Polymers*, 173, 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.05.064>

PROFIL PENULIS



Rina Ningtyas, M.Si.

Penulis adalah Dosen Program Studi Teknologi Industri Cetak Kemasan (TICK) Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Jakarta, dan melanjutkan Pendidikan Magister pada Program Studi Ilmu Pangan Institut Pertanian Bogor. Penulis memiliki kepakaran di bidang material kemasan dan teknologi kemasan pangan. Berbagai jurnal dan prosiding telah dipublish baik Nasional dan Internasional pada bidang tersebut.

Buku Ajar telah diterbitkan yaitu Tren Teknologi Kemasan Pangan Tahun 2021 ISBN 978-623-7342-95-3 PNJ Press dan Sisi Terang Material Kemasan Gelas, Logam dan Kayu Tahun 2022 PNJ Press ISBN 978-623-5537-13-9. Buku Chapter di tahun 2023 juga diterbitkan dengan judul “Keselamatan dan Kesehatan Kerja, ISBN 978-623-09-3735-4 Penerbit Sada Kurnia Pustaka, “Keamanan Pangan” ISBN 978-623-09-4376-8 Penerbit Sada Kurnia Pustaka, dan “Air Bersih Gratis” ISBN 978-623-459-579-6 Penerbit Widina Media Utama.

Email: rina.ningtyas@grafika.pnj.ac.id

BAB 6

METODE KULTUR MIKROBA

Fafa Nurdyansyah, S.TP., M.Sc.
Universitas PGRI Semarang

Pendahuluan

Mikroba terdapat pada berbagai lokasi seperti tanah, air, dan udara, serta berada pula pada jaringan hidup organisme seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Pengamatan terhadap berbagai jenis mikroba untuk kepentingan riset maupun pemanfaatan mikroba tertentu maka harus dilakukan identifikasi, serta penanaman kultur pada suatu media pertumbuhan mikroba. Kultur mikroba didefinisikan sebagai hasil perbanyakan mikroba pada media tertentu melalui pembiakan di laboratorium dengan memperhatikan faktor lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban, oksigen, dan lain-lain. Kultur mikroba digunakan sebagai langkah atau tahapan dalam suatu metode untuk isolasi, identifikasi, karakterisasi atau perbanyakan berbagai jenis kultur mikroba. Seringkali keberadaan mikroba di alam terdapat dalam bentuk campuran dengan beberapa jenis mikroba lain, sehingga diperlukan suatu teknik untuk isolasi dan pemurnian untuk memisahkan mikroba tertentu dan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi dan manfaat masing-masing jenis mikroba tersebut.

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam metode kultur mikroba adalah faktor kebutuhan nutrien, disamping faktor-faktor lain seperti lingkungan yang diperlukan untuk kehidupannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam isolasi dan kultivasi yaitu sebagai berikut:

Daftar Pustaka

- Fardiaz, S. (1987). *Petunjuk Praktek Mikrobiologi Pangan*. Lembaga Sumberdaya Informasi Institut Pertanian Bogor: Bogor
- Gunasekaran, P. (2005). *Laboratory Manual in Microbiology*. New Age International (P)Limited, Publishers: New Delhi.
- Hobbs, B. C. and R. J. Gilbert. (1978). *Food Poisoning & Food Hygiene*. Westport, Connecticut. USA: Food Nutrition Press, Inc.
- Sumbali, G. dan Mehrotra, R.S. (2009). *Principles of Microbiology*, 1 Ed. Tata McGrowHill Education Private Limited: New Delhi.
- Tabo, N.A. (2004). *Laboratory Manual in Microbiology*. Rex Book Store, Inc.:Manila
- Wheelis, Mark. (2008). *Principles of Modern Microbiology*. Jones and Bartlett Publishers,LLC: Canada.
- Widyastuti, D. A. (2017a). Isolasi DNA kromosom *Salmonella* sp. dan visualisasinya pada elektroforesis gel agarosa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 311-317.
- Widyastuti, D. A. (2017b). Terapi gen: Dari bioteknologi untuk kesehatan. *Al-Kauniah: Journal of Biology*, 10(1), 49-62. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v10i1>
- Widyastuti, D. A., & Nurdyansyah, F. (2017). Deteksi molekuler mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan metode RT-PCR. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 1(1), 80-89. <https://journal.upgris.ac.id/index.php/jiphp/article/view/1356/pdf>

PROFIL PENULIS



Fafa Nurdyansyah, S.TP., M.Sc.

Penulis dilahirkan di Kota Batu (Jawa Timur) pada tanggal 22 November 1989. Penulis dibesarkan di tempat kelahiran hingga mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian dari Universitas Brawijaya Malang (Jurusan Teknologi Hasil Pertanian) pada Tahun 2012. Kemudian penulis berkesempatan melanjutkan studi *Master of Science* pada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada dan lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian mengabdikan diri pada Program Studi Gizi Klinik, Politeknik Negeri Jember mulai tahun 2014-2015. Kemudian diterima menjadi dosen tetap di Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang pada Tahun 2015. Penulis aktif menjadi anggota PATPI (Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia), serta menulis beberapa buku seperti *Ilmu Pengetahuan Bahan* (2015), *Ubi jalar dan Inulin* (2019), *Pangan dan Sistem Imun* (2020), *Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya* (2021), *Jahe Merah: Senyawa Bioaktif, Manfaat, dan Metode Analisisnya* (2022), *Keamanan Pangan* (2023). Bidang konsentrasi penulis yaitu Mikrobiologi Pangan dan Pangan Fungsional. Selain mengajar, penulis juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat dan karyanya dipublikasikan pada Jurnal terakreditasi baik nasional maupun internasional.

Email Penulis: fafanudyansyah@upgris.ac.id

BAB 7

MIKROBIOLOGI

LINGKUNGAN

Charlis Palupi, Amd., S.Pd., M.Pd.
AKAFARMA Sunan Giri Ponorogo

Bakteriologi Lingkungan

Beberapa mikroorganisme mempunyai fungsi yang penting untuk menjaga lingkungan. Dalam beberapa kasus, seperti kecelakaan pada pengangkutan kapal minyak dan pengeboran lepas pantai dapat memicu perkembangan *Pseudomonas putida*, yang mampu mencerna minyak tersebut. Bakteri lain seperti *Bacillus subtilis* diketahui sebagai mikroba yang mampu mengikat logam berat dan *Aspergillus niger* yang mampu mendegradasi pestisida seperti karbofuran dan endosulfan.

Lapisan kumpulan mikroorganisme atau yang dikenal dengan biofilm mampu mengatasi air limbah atau limbah cair. Peristiwa ini terjadi pada sistem lumpur aktif, sistem kolam, sistem filter aliran atas dan sistem filter aliran bawah. Fungsi biofilm disini sebagai perubah protein menjadi nitrit, nitrat, dan amonia (Budiyanto, 2002).

Mikroorganisme, juga dikenal sebagai jasad renik, dapat ditemukan di mana-mana dan disekitar kita. Mereka menghuni tanah, air, dan atmosfer planet kita. Penelitian yang dilakukan di ruang angkasa dalam (*deep space probes*) sampai saat ini belum menemukan mikroorganisme di planet lain di luar bumi.

"Ekologi mikroba" adalah istilah yang digunakan untuk mengacu pada studi mikroorganisme di lingkungannya. Studi tentang hubungan antara organisme atau kelompok organisme dengan lingkungannya

Sampel udara ini diambil dari kawasan industri selama beberapa bulan. Sebagian besar mikroflora di udara terdiri dari spora jamur; yang utama adalah genus *Aspergillus*. Jenis bakteri tersebut antara lain bakteri membentuk spora dan bakteri tidak pembentuk spora, basil gram positif, basil gram negatif dan kokus gram positif.

Daftar Pustaka

- Budyanto M.A.K (2002), *Mikrobiologi Terapan*, Universitas Muhammadiyah Malang
- Irianto Koes 2006, *Mikrobiologi Mengungkap Dunia Mikroorganisme*, CV YRAMA WIDYA
- Ludfi Santoso, Dr.M.Sc.D.T.M & H 1999 *Mikrobiologi umum*, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- Lunette, E.H.,EH Spaulding, dan JP Truant 1985, *Manual of clinical Microbiology*, 4th ed. American Society for microbiology, Washington DC
- Pelezar Jr.,M.J.,R.D.Reid, E.C.S.Chan 1977, *Microbiology*. McGraw-Hill, Publishing Company Lth, New Delhi

PROFIL PENULIS



Charlis Palupi, Amd., S.Pd., M.Pd.

Penulis tertarik terhadap ilmu Mikrobiologi dimulai pada tahun 1996 silam, saat mengambil tugas akhir dalam rangka menyelesaikan Diploma 3 Analisis farmasi di Surakarta. Pada tahun 1997 penulis bekerja di Akafarma Sunan Giri Ponorogo sebagai asisten laboratorium Mikrobiologi. Penulis kemudian melanjutkan dan menyelesaikan S1 Pendidikan Kimia di Universitas Terbuka pada tahun 2006, dan menyelesaikan Program Magister (S2) Prodi Pendidikan Sains di Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS) tahun 2013. Sejak tahun 2006 penulis bekerja di Akafarma Sunan Giri Ponorogo sebagai dosen pengajar, salah satunya mata kuliah Biokimia, mikrobiologi sampai sekarang.

Penulis juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat yang beberapa diantaranya telah didanai internal perguruan tinggi. Penulis juga aktif dalam membimbing mahasiswa dalam menyelesaikan tugas akhir dengan bidang minat Mikrobiologi. Dengan menulis buku ini, penulis mempunyai harapan dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap wawasan tentang mikrobiologi.

Email Penulis: charlissister74@gmail.com

BAB 8

BIOTEKNOLOGI MIKROBA

Dyah Ayu Widyastuti, S. Si., M. Biotech.
Universitas PGRI Semarang

Mikroba dalam Bioteknologi Konvensional

Mikroba atau mikroorganisme merupakan makhluk hidup dengan ukuran sangat kecil dan hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Mikroba dapat diklasifikasikan menjadi uniseluler (satu sel) dan multiseluler (beberapa sel). Makhluk hidup yang tergolong dalam mikroba yaitu arkhea, bakteri, khamir, kapang, protozoa, dan algae mikroskopis. Menurut klasifikasi tiga domain oleh Carl Woese, arkhea dan bakteri tergolong dalam organisme Prokariotik sedangkan khamir dan kapang (fungi), protozoa, dan algae mikroskopis tergolong dalam organisme Eukariotik (Pratiwi, 2008). Semua golongan mikroba tersebut dikenal dapat dimanfaatkan dalam bidang bioteknologi terutama pada bioteknologi konvensional.

Bioteknologi merupakan ilmu yang dinanti oleh masyarakat dunia menjelang akhir abad ke-20 dengan harapan dapat meningkatkan kesejahteraan manusia (Dewi *et al.*, 2021). Ilmu bioteknologi berkembang mulai ratusan tahun yang lalu, terutama yang berkaitan dengan pemanfaatan mikroba. Bioteknologi konvensional sangat dekat beririsan dengan ilmu mikrobiologi karena semua teknik yang dikembangkan menggunakan mikroba sebagai agen utamanya. Pemanfaatan mikroba tersebut digunakan dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk dalam upaya pemenuhan kebutuhan manusia, khususnya di bidang pangan. Oleh karena itu, bioteknologi sering didefinisikan sebagai suatu proses yang mengubah bahan mentah (*raw materials*) secara biologis

Lactobacillus reuteri, dan *Lactococcus lactis* (Fokum *et al.*, 2019). Teknologi CRISPR-Cas9 diketahui efisien untuk delesi gen, insersi gen, dan control transkripsi. Teknik ini juga mampu menyusun fragmen DNA yang memungkinkan komponen modular saling terkoneksi sehingga terbentuk jalur metabolik serta sirkuit biologis untuk mengontrol perilaku seluler (McCarty & Ledesma-Amaro, 2019).

Daftar Pustaka

- Adrianto, H., Ulinniam, Purwanti, E. W., Yusal, M. S., Widyastuti, D. A., Sutrisno, E., Tamaela, K. A., Dailami, M., Purbowati, R., Angga, L. O., Hasibuan, A. K. H., Hariri, M. R., Nendissa, D. M., Nendissa, S. J., Noviantari, A., & Chrisnawati, L. (2021). *Bioteknologi. Penerbit Widina Bhakti Persada*. Bandung.
- Athanasopoulou, K., Boti, M. A., Adamopoulos, P. G., Skourou, P. C., & Scorilas, A. (2022). Third-generation sequencing: The spearhead towards the radical transformation of modern genomics. *Life*, *12*(1). <https://doi.org/10.3390/life12010030>
- Barman, A., Deb, B., & Chakraborty, S. (2020). A glance at genome editing with CRISPR-Cas9 technology. *Current Genetics*, *66*(3), 447–462. Springer. <https://doi.org/10.1007/s00294-019-01040-3>
- Dewi, E. R. S., Widyastuti, D. A., & Nurwahyunani, A. (2021). *Buku Ajar Bioteknologi. Universitas PGRI Semarang Press*. Semarang
- Djankpa, F. T., Wiafe, G. A., Boateng, B. N., Tsegah, K. M., Essien-Baidoo, S., Ulanja, M. B., Affram, K. O., Ussif, A. M., Agyeman, D. O., & Asante, G. (2021). Assessment of corn starch as substitute for agarose in DNA gel electrophoresis. *BMC Research Notes*, *14*(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-021-05483-1>
- Fokum, E., Zabed, H. M., Guo, Q., Yun, J., Yang, M., Pang, H., An, Y., Li, W., & Qi, X. (2019). Metabolic engineering of bacterial strains using CRISPR/Cas9 systems for biosynthesis of value-added

products. *Food Bioscience*, 28, 125–132. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.003>

Harahap, D. G. S., Noviantari, A., Hidana, R., Yanti, N. A., Nugroho, E. D., Nurdyansyah, F., Widyastuti, D. A., Khariri, Pratiwi, R. H., Nendissa, D. M., Nendissa, S. J., Nurmallasari, A., Noer, S., Watuguly, T. W., Setyowati, E., & Estikomah, S. A. (2021). Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya. *Widina Bhakti Persada*. Bandung.

Iqbal, M. Z., Jamil, S., Shahzad, R., Bilal, K., Qaisar, R., Nisar, A., Kanwal, S., & Bhatti, M. K. (2021). DNA fingerprinting of crops and its application in plant breeding. *Journal of Agricultural Research*, 59(1), 13-28.
https://apply.jar.punjab.gov.pk/upload/1616395520_143_03_JAR_1736_.pdf

Liu, Y., Feng, J., Pan, H., Zhang, X., & Zhang, Y. (2022). Genetically engineered bacterium: Principles, practices, and prospects. *Frontiers in Microbiology*, 13. Frontiers Media S.A.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.997587>

Lu, H., Giordano, F., & Ning, Z. (2016). Oxford nanopore MinION sequencing and genome assembly. *Genomics, Proteomics and Bioinformatics*, 14(5), 265–279. Beijing Genomics Institute.
<https://doi.org/10.1016/j.gpb.2016.05.004>

McCarty, N. S., & Ledesma-Amaro, R. (2019). Synthetic biology tools to engineer microbial communities for biotechnology. *Trends in Biotechnology*, 37(2), 181–197. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2018.11.002>

Ortigosa, A., Gimenez-Ibanez, S., Leonhardt, N., & Solano, R. (2019). Design of a bacterial speck resistant tomato by CRISPR/Cas9-mediated editing of *SlJAZ2*. *Plant Biotechnology Journal*, 17(3), 665–673.
<https://doi.org/10.1111/pbi.13006>

Pratiwi, S. T. (2008). Mikrobiologi Farmasi. Penerbit Erlangga. Jakarta.

- Rubini, R., & Mayer, C. (2020). Addicting *Escherichia coli* to new-to-nature reactions. *ACS Chemical Biology*, 15(12), 3093–3098. <https://doi.org/10.1021/acscchembio.0c00713>
- Sharma, G., Sharma, A. R., Bhattacharya, M., Lee, S. S., & Chakraborty, C. (2021). CRISPR-Cas9: A preclinical and clinical perspective for the treatment of human diseases. *Molecular Therapy*, 29(2), 571–586. Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.ymthe.2020.09.028>
- Wan, L., Wang, Z., Tang, M., Hong, D., Sun, Y., Ren, J., Zhang, N., & Zeng, H. (2021). Crispr-cas9 gene editing for fruit and vegetable crops: Strategies and prospects. *Horticulturae*, 7(7). <https://doi.org/10.3390/horticulturae7070193>
- Widyastuti, D. A. (2017a). Isolasi DNA kromosom *Salmonella* sp. dan visualisasinya pada elektroforesis gel agarosa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 311-317.
- Widyastuti, D. A. (2017b). Terapi gen: Dari bioteknologi untuk kesehatan. *Al-Kauniah: Journal of Biology*, 10(1), 49–62. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v10i1>
- Widyastuti, D. A., & Nurdyansyah, F. (2017). Deteksi molekuler mikroorganisme patogen pada bahan pangan dengan metode RT-PCR. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 1(1), 80-89. <https://journal.upgris.ac.id/index.php/jiphp/article/view/1356/pdf>

PROFIL PENULIS



Dyah Ayu Widyastuti, S. Si., M. Biotech.

Penulis merupakan dosen di Program Studi Pendidikan Biologi, FPMIPATI, Universitas PGRI Semarang. Penulis menyelesaikan Pendidikan sarjana hingga memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si.) di Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada (UGM). Ketertarikan pada bidang bioteknologi memotivasi penulis untuk melanjutkan pendidikan magister di Program Master Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana (SPs), UGM hingga memperoleh gelas Master of Biotechnology (M. Biotech.). Saat ini, penulis sedang menempuh pendidikan doktoral di Program Doktor Bioteknologi, SPs, UGM mulai tahun 2021.

Penulis memiliki kepakaran di bidang bioteknologi, khususnya dalam bidang pemanfaatan mikroorganisme dan kultur jaringan tumbuhan yang berkaitan dengan analisis senyawa bioaktif hasil kultur melalui pendekatan metabolomik. Ketertarikan pada bidang tersebut menghantarkan penulis untuk terus mengasah keterampilan melalui penelitian-penelitian terkait seperti Pelatihan Bioinformatika dalam Pemanfaatan Sumber Daya Hayati oleh Universitas Diponegoro (2021) dan Workshop *Gene Mining* oleh Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (2021). Penulis juga telah terlibat dalam penulisan beberapa buku di antaranya, Pangan dan Sistem Imun (2020), Bioteknologi (2021), Dasar-Dasar Mikrobiologi dan Penerapannya (2021), Buku Ajar Bioteknologi (2021), dan Jahe Merah: Senyawa Bioaktif, Manfaat, dan Metode Analisisnya (2022). Penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepakaran tersebut, baik dengan dana internal perguruan tinggi maupun DRTPM Kementerian Pendidikan RI.

Email Penulis: dyah.ayu@upgris.ac.id

BAB 9

GENETIKA MIKROBA

Menik Kasiyati, S.ST., M.Imun.
Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Semua informasi yang diperlukan untuk kehidupan disimpan dalam materi genetik suatu organisme, DNA, atau, bagi banyak virus, RNA. Untuk menjelaskan hereditas, yaitu pewarisan informasi ini dari suatu organisme ke keturunannya, kita harus mempertimbangkan sifat kromosom dan gen. Kromosom biasanya berbentuk molekul DNA berbentuk lingkaran (pada prokariota) atau linier (pada eukariota). DNA terdiri dari rantai ganda nukleotida dengan masing-masing nukleotida terdiri dari gula, fosfat, dan basa (adenin, timin, guanin, atau sitosin). Nukleotida tersusun dalam heliks, dengan pasangan basa nukleotida disatukan oleh ikatan hidrogen. Urutan spesifik nukleotida dalam DNA dapat disalin untuk membuat molekul DNA lain atau digunakan untuk membuat RNA yang kemudian melakukan sintesis protein (Black, Jacquelyn G; Black, 2015).

Gen, unit dasar hereditas, adalah rangkaian linear nukleotida DNA yang membentuk unit fungsional kromosom atau plasmid. Semua informasi tentang struktur dan fungsi suatu organisme dikodekan dalam gennya. Dalam banyak kasus, suatu gen menentukan satu karakteristik. Namun informasi pada suatu gen tertentu, yang terdapat pada lokus (lokasi) tertentu pada kromosom atau plasmid, tidak selalu sama. Gen yang mempunyai informasi berbeda pada lokus yang sama disebut alel (al-eelz'). Karena prokariota memiliki satu kromosom, mereka umumnya hanya memiliki satu versi, atau alel, dari setiap gen (Black, Jacquelyn G; Black, 2015).

menyebabkan penggabungan asam amino berbeda ke dalam protein disebut mutasi missense.

Jika substitusi basa menghasilkan substitusi asam amino pada protein yang disintesis, perubahan pada DNA ini disebut mutasi missense. Mutasi missense dapat menyebabkan salah satu hal berikut:

1. Membuat protein yang rusak, tidak berfungsi (atau kurang berfungsi).
2. Menghasilkan protein yang berfungsi dengan cara berbeda.
3. Tidak menyebabkan perubahan signifikan pada fungsi protein.

Sebaliknya, mutasi nonsense mengubah kodon normal menjadi kodon stop yang tidak mengkode asam amino dan berhenti produksi protein di manapun ia terjadi. Mutasi nonsense hampir selalu menghasilkan protein yang tidak berfungsi. Silent mutation mengubah basa tetapi tidak mengubah asam amino sehingga tidak berpengaruh. Misalnya karena redundansi kode, ACU, ACC, ACG, dan ACA semuanya mengkode treonin, jadi mutasi yang hanya mengubah basis terakhir tidak akan mengubah makna pesan dengan cara apa pun. Mutasi balik terjadi ketika gen yang telah mengalami mutasi berbalik (bermutasi kembali) ke komposisi basa aslinya (Chess, 2024).

Akibat Mutasi

Mutasi pada bakteri menyebabkan banyak perubahan pada berbagai sifatnya. Mutasi mengubah kerentanan obat, struktur antigenik dan virulensi bakteri mutan. Hal ini juga mengubah kerentanan bakteri terhadap bakteriofag, mengubah morfologi koloni dan produksi pigmen, serta mempengaruhi kemampuan bakteri untuk memproduksi kapsul atau flagela. Perkembangan resistensi obat akibat mutasi bakteri merupakan masalah kesehatan yang utama.

1. Mutasi Mematikan Bersyarat (*Conditional Lethal Mutation*)

Mutasi yang mematikan terjadi ketika beberapa mutasi melibatkan fungsi vital, sehingga menghasilkan produksi mutan yang tidak dapat hidup. Di sisi lain, mutasi mematikan bersyarat adalah suatu bentuk mutasi mematikan, di mana mutasi hanya diekspresikan dalam kondisi tertentu, sehingga menghasilkan produksi mutan yang layak. Ini penting secara medis karena digunakan untuk menyiapkan strain vaksin.

2. Mutasi Spontan

Pada mutasi yang terjadi secara spontan di alam, laju mutasi spontannya bervariasi, yaitu gen besar lebih sering bermutasi. Frekuensi mutasi yang tetap terjadi pada setiap gen. Sekitar 10^{-4} hingga 10^{-10} mutasi per bakteri per pembelahan terjadi pada setiap gen dalam satu bakteri. Mutasi spontan terjadi karena kesalahan replikasi DNA saat untai keturunan disalin. Misalnya, secara alami, timin membentuk ikatan dengan adenin, tetapi jika terjadi mutasi spontan, alih-alih adenin, timin berikatan dengan guanin [T $\frac{1}{4}$ A (normal); T $\frac{1}{4}$ G (mutasi spontan)]. Mutasi bakteri merupakan hal yang sangat penting dalam bidang pengujian kerentanan obat dan studi vaksin hidup. Hal ini karena mutasi mungkin terjadi (Parija, 2016).

Daftar Pustaka

- Black, Jacquelyn G; Black, L. J. (2015) *Microbiology Principles and Exploration*. 9th ed, Wiley. 9th ed. United States of America: Wiley.
- Chess, B. (2024) *Talaro's Foundations in Microbiology. Basic principles*. 12th ed. New York: McGraw Hill LLC.
- Jawetz, Melnick & Adelberg's, E. (2016) *Medical Microbiology*. United States: Mc Graw - Hill Education.
- Parija, S. C. (2016) *Textbook of Microbiology and Immunology*. 4th ed. Pondicherry, India: Springer.
- Tortora, Gerard J; funke, Berdell R; Case, C. L. (2016) *Micro biology An Introduction*. 12th ed. United State of America: Pearson Education, Inc.
- Zu, J. *et al.* (2012) 'Cellular and Humoral Mechanisms Involved in the Control of Tuberculosis Cellular and Humoral Mechanisms Involved in the Control of Tuberculosis', (May 2014). doi: 10.1155/2012/193923.

PROFIL PENULIS



Menik Kasiyati, S.ST., M.Imun.

lahir di Bantul tanggal 19 Oktober 1981. Penulis menyelesaikan pendidikan D4 pada Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Depkes Yogyakarta dan melanjutkan S2 pada Sekolah Pasca Sarjana Universitas Airlangga. Penulis menekuni bidang menulis dan melakukan penelitian dibidang imunologi.

BAB 10

IMUNOLOGI MIKROBA

Ni Ketut Yuliana Sari, S.ST., M.Si., M.Imun.
Poltekkes Kemenkes Kupang

Pendahuluan

Immunis merupakan bahasa latin yang menjadi asal kata dari imunologi, yang memiliki makna bebas dari beban dan logos yang memiliki makna ilmu. Menurut para ahli, imunologi adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berhubungan dengan sistem kekebalan atau pertahanan tubuh. Imunologi merupakan suatu studi dengan cakupan yang luas, meliputi reaksi pertahanan inang terhadap antigen (*nonsel*), berbagai fungsi pertahanan inang yang diperantarai sel dan molekul pengenalan antigen, terutama berkaitan dengan imunitas atau kekebalan terhadap penyakit, autoimunitas, reaksi hipersensitivitas, transplantasi dan imunodefisiensi (Darwin *et al.*, 2021; Brooks *et al.*, 2013).

Sistem kekebalan tubuh terdiri dari kumpulan sel, jaringan dan molekul yang bereaksi dengan antigen, termasuk patogen maupun zat non-infeksi seperti tumor, molekul lingkungan yang tidak berbahaya, dan bahkan komponen inang. Sistem imun ini menghasilkan respon imun, yang merupakan suatu respon terkoordinasi dari sel-sel dan molekul imun terhadap antigen (Abbas *et al.*, 2020).

Pada lingkungan tempat hidup manusia juga terdapat berbagai mikroba patogen dan nonpatogen, yang dapat mengganggu homeostasis normal oleh karena adanya zat beracun atau alergenik yang dihasilkan. Kumpulan mikroba yang terdapat di lingkungan hidup manusia mencakup mikroba patogen obligat dan organisme komensal yang menguntungkan. Mikroba patogen dapat mengganggu

mekanisme sitosidal neutrofil dan makrofag, dan cacing tidak dapat difagositosis karena ukurannya yang besar. Protozoa dan cacing yang berbeda sangat bervariasi dalam sifat struktural dan biokimia, siklus hidup, dan patogeniknya. Oleh karena itu, parasit yang berbeda menimbulkan respons imun adaptif yang berbeda pula. Beberapa protozoa patogen telah berevolusi untuk bertahan hidup di dalam sel inang, sehingga kekebalan protektif terhadap organisme dimediasi oleh mekanisme yang mirip dengan mekanisme yang menghilangkan bakteri dan virus intraseluler. Sebaliknya, untuk mengeliminasi metazoa seperti cacing tergantung pada jenis antibodi khusus. Mekanisme pertahanan utama terhadap protozoa yang bertahan hidup di dalam makrofag dimediasi oleh sel imunitas, terutama aktivasi makrofag oleh sitokin yang diturunkan dari sel Th1. Pertahanan terhadap banyak cacing infeksi dimediasi oleh aktivasi sel Th2, yang menghasilkan produksi antibodi IgE dan aktivasi eosinofil (Justiz Vaillant, 2023; Kiboneka, 2021).

Daftar Pustaka

- Abbas, A.K., Lichtman, A.H., & Pillai, S. (2018). *Cellular and Molecular Immunology*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier.
- Abbas, A.K., Lichtman, A.H., & Pillai, S. (2020). *Basic Immunology Function and Disorders of The Immune System*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S, Morse, S. A. & Mietzner, T. A. (2013). *Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg*. Ed. 25. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Chaplin, D.D. (2010). Overview of the immune response. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 125(2), S3–S23.
- Darwin, E., Elvira, D., & Elfi, E.F. (2021). *Imunologi dan Infeksi*. Padang: Andalas University Press.
- Hain, S. & Drummond, R. A. (2022). Immunity to Fungal Infections. In: Nima Rezaei. Editor. *Encyclopedia of Infection and Immunity*. Volume 1. Elsevier

- Justiz Vaillant, A. A., Sabir, & S., Jan, A. (2023). *Physiology, Immune Response*. In: StatPearls [Internet]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539801/>.
- Kiboneka, A. (2021). Principals of Innate and Adaptive Immunity. Immunity To Microbes & Fundamental Concepts in Immunology. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 10 (03), 188-197.
- Longhurst, A. S. (2019). What You Need to Know About Pathogens and the Spread of Disease. Available from: <https://www.healthline.com/health/what-is-a-pathogen>.
- Marshall, J. S., Warrington, R., Watson, W., & Kim, H. L. (2018). An Introduction to Immunology and Immunopathology. *Allergy Asthma Clin Immunol*, 14 (Suppl 2), 49. <https://doi.org/10.1186/s13223-018-0278-1>.
- McDonald, D. R. & Levy, O. (2019). Innate Immunity. In: Rich, R.R., Fleisher, T. A., Shearer, W.T., Schroderer, H. W. & Frew, A. *Clinical Immunology, Principles & Practice*. 5th. Elsevier.
- Mueller, S. N., & Rouse, B. T. (2008). Immune responses to viruses. *Clinical Immunology*, 421-431. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-04404-2.10027-2>.
- Pathakumari, B., Liang, G., & Liu, W. (2020). *Immune defense to invasive fungal infections: A comprehensive review*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 130, 110550. doi:10.1016/j.biopha.2020.110550.
- Paul, S., Hmar, E. L, & Sharma, H. K. 2020. Strengthening Immunity with Immunostimulants: A Review. *Current Trends in Pharmaceutical Research*, 7(1): 34-63.
- Rafika. (2022). "Sistem Imun". *Buku Ajar Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta: Zahir Publishing.
- Rouse, B., & Sehrawat, S. (2010). Immunity and Immunopathology to Viruses: What Decides the Outcome?. *Nat Rev Immunol*, 10, 514-526. <https://doi.org/10.1038/nri2802>.

PROFIL PENULIS



Ni Ketut Yuliana Sari, S.ST., M.Si., M.Imun.

Penulis lahir di Sulawesi Tengah Tahun 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan Diploma III Analis Kesehatan pada tahun 2011. Pada Tahun 2013, Penulis memperoleh gelar Sarjana Terapan setelah lulus dari Diploma IV Analis Kesehatan di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Selama menyelesaikan pendidikan, Penulis aktif mengajar di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Kesehatan Bantul Yogyakarta. Selanjutnya pada tahun 2013 hingga 2015, Penulis bekerja sebagai guru di SMK Kesehatan Bali Khresna Medika, Badung, Bali. Tahun 2015, Penulis bergabung di Poltekkes Kemenkes Kupang dan bekerja hingga saat ini sebagai Dosen di Prodi Teknologi Laboratorium Medis. Penulis menyelesaikan pendidikan Pascasarjana Program Studi Magister Biologi di Universitas Udayana, Bali pada tahun 2019. Pada tahun 2020, Penulis mendapatkan gelar Magister Imunologi setelah menyelesaikan pendidikan di Sekolah Pascasarjana Program Studi Magister Imunologi Universitas Airlangga, Surabaya.

Email Penulis: niketut_yuliana@yahoo.com

BAB 11

BIOREMEDIASI

Mamluatul Faizah, S.Si., M. Si.

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Banyuwangi

Pengertian Bioremediasi

Bioremediasi berasal dari kata “bio” yang artinya makhluk hidup (bakteri, fungi, khamir, alga, dan tumbuhan) dan “remediasi” yang artinya proses pemulihan. Bioremediasi dapat diartikan sebagai proses pemulihan atau perbaikan ulang lingkungan yang telah terkontaminasi polutan dengan memanfaatkan makhluk hidup khususnya mikroorganisme. Bioremediasi juga dapat didefinisikan sebagai suatu proses biodegradasi polutan kimia berbahaya pada lingkungan tercemar dengan bantuan mikroorganisme yang terkontrol. Pada proses biodegradasi, dimana polutan berbahaya dan beracun akan didegradasi oleh enzim yang diproduksi mikroorganisme menjadi senyawa organik yang tidak berbahaya dan tidak beracun. Menurut *United States Environmental Protection Agency*, bioremediasi adalah proses pembersihan bahan-bahan kimia berbahaya yang berlangsung alamiah. Degradasi bahan kimia berbahaya yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti bakteri atau fungi akan menghasilkan air dan gas karbon dioksida yang tidak berbahaya (Waluyo, 2018).

Teknologi bioremediasi berupaya untuk memulihkan lingkungan terkontaminasi polutan kimia berbahaya menjadi kondisi sedia kala dan tidak beresiko mengganggu kesehatan makhluk hidup. Polutan kimia yang mencemari lingkungan dapat membahayakan kesehatan manusia. Beberapa polutan kimia berasal dari limbah industri, pertanian, peternakan, ataupun limbah rumah tangga yang dapat

Daftar Pustaka

- Abatenh, E., Gizaw, B., Tsegaye, Z., & Wassie, M. (2017). The Role of Microorganisms in Bioremediation-A Review. *Open J Environ Biol*, 2(1), 038-046.
- Anggiani, M. (2020). 92-Article Text-495-1-10-20201027. *Oseana*, 45(2), 40-49.
- Dell' Anno, F., Rastelli, E., Sansone, C., Dell' Anno, A., Brunet, C., & Ianora, A. (2021). Bacteria, fungi and microalgae for the bioremediation of marine sediments contaminated by petroleum hydrocarbons in the omics era. *Microorganisms*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081695>
- Dewi, E. R. S. (2020). *Bioremediasi Mikroorganisme sebagai Fungsi Bioremediasi pada Perairan*. UNIVERSITAS PGRI Semarang Press.
- Kumari, B., Kriti, K., Singh, G., & Sinam, G. (2020). Environmental Concerns and Sustainable Development. *Environmental Concerns and Sustainable Development*, January. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5889-0>
- Pepper, I. L., Gerba, C. P., & Gentry, T. J. (2014). Environmental Microbiology: Third Edition. In *Environmental Microbiology: Third Edition*.
- Pino-Herrera, D. O., Pechaud, Y., Huguenot, D., Esposito, G., van Hullebusch, E. D., & Oturan, M. A. (2017). Removal mechanisms in aerobic slurry bioreactors for remediation of soils and sediments polluted with hydrophobic organic compounds: An overview. *Journal of Hazardous Materials*, 339, 427-449. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.06.013>
- Priadi, B. (2012). Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 38-48.
- Saravanan, A., Kumar, P. S., Vo, D. V. N., Jeevanantham, S., Karishma, S., & Yaashikaa, P. R. (2021). A review on catalytic-enzyme degradation of toxic environmental pollutants: Microbial enzymes. *Journal of Hazardous Materials*, 419(May), 126451. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126451>
- Waluyo, L. (2018). *Bioremediasi Limbah* (1st ed.). UMM PRESS.
- Wignyanto. (2020). *Bioremediasi dan Aplikasinya* (1st ed.). UB PRESS.

PROFIL PENULIS



Mamluatul Faizah, S.Si., M.Si.

Penulis lahir di Banyuwangi 14 November 1995 dan saat ini menetap di Banyuwangi. Perempuan yang kerap dipanggil Luluk atau Faizah ini telah menamatkan pendidikan dasar di SDN I Lemahbang Dewo Rogojampi pada tahun 2007. Pendidikan menengah pertama di MTs Al-Kautsar Putri Srono pada tahun 2010 dan pendidikan menengah atas di MA Model Zainul Hasan Genggong Probolinggo pada tahun 2013. Penulis melanjutkan pendidikan strata 1 (S1) pada jurusan biologi di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dan lulus tahun 2018. Pendidikan master atau strata 2 (S2) penulis tempuh di Universitas Brawijaya Malang dengan jurusan yang sama yaitu biologi dan lulus pada tahun 2021.

Penulis adalah ahli biologi yang pakar di bidang mikrobiologi baik mikrobiologi lingkungan maupun mikrobiologi kesehatan. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen di prodi D4 Teknologi Laboratorium Medik STIKES Banyuwangi. Penulis juga aktif sebagai peneliti di bidangnya. Beberapa karya artikel ilmiah bertema bioremediasi juga telah dipublikasikan seperti pemanfaatan enzim bakteri dalam degradasi substrat limbah cair tahu dan limbah ampas sagu.

Email Penulis: mamluatulfaizah7@gmail.com

BAB 12

MIKROBIOLOGI PANGAN

Ata Aditya Wardana, S.TP., M.Si., Ph.D.
Universitas Bina Nusantara

Pangan Sebagai Media Pertumbuhan Mikroba

Mikroorganisme atau disebut mikroba adalah organisme kecil (jasad renik), sebagian besar bersel tunggal, yang mampu berkembang biak dengan cepat dalam kondisi yang sesuai. Keberadaannya bisa di mana-mana, di kulit, di udara, di tanah, dan di hampir semua tempat. Mikroorganisme memberikan kontribusi yang penting dalam industri pangan, diantaranya berfungsi untuk proses fermentasi adonan roti sehingga mengembang, gula menjadi alkohol, susu menjadi keju, kedelai menjadi tempe, dan masih banyak lagi lainnya. Selain itu, mikroorganisme juga berperan sebagai agen perusak dan pembusuk pangan, sehingga tidak layak dikonsumsi. Lebih dari itu, mikroorganisme patogen bisa berbahaya dan menjadi sumber penyakit bawaan pangan pada manusia.

Pangan dapat dianggap sebagai media pertumbuhan mikroba. Mengingat beragamnya jenis sumber, bahan, dan metode produksi yang digunakan, maka hampir setiap jenis mikroba berpotensi menjadi kontaminan pangan. Ketika berkesempatan untuk tumbuh, mikroba akan menghasilkan perubahan-perubahan pada pangan termasuk tampilan warna (visual), rasa, aroma, tekstur, dan parameter fisikokimia pangan lainnya.

Pangan yang mengandung protein, khususnya produk daging, berpotensi dirusak oleh mikroorganisme, misalnya jenis bakteri *Proteus*, *Pseudomonas*, dan *Clostridium*, yang mampu memecah rantai peptida panjang protein menjadi asam amino dan senyawa yang

Daftar Pustaka

- Abee, T., Groot, M. N., Tempelaars, M., Zwietering, M., Moezelaar, R., & Voort, M. van der. (2011). Germination and outgrowth of spores of *Bacillus cereus* group members: Diversity and role of germinant receptors. *Food Microbiology*, 28(2), 199–208. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.03.015>
- Awad, S., Hassan, A. N., & Muthukumarappan, K. (2005). Application of Exopolysaccharide-Producing Cultures in Reduced-Fat Cheddar Cheese: Texture and Melting Properties. *Journal of Dairy Science*, 88(12), 4204–4213. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73106-4](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73106-4)
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). 2016. PERATURAN KEPALA BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 24 TAHUN 2016 TENTANG PERSYARATAN PANGAN STERIL KOMERSIAL. Jakarta. https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/2016/PerKa_BPOM_No_24_Tahun_2016_tentang_Persyaratan_Pangan_Steril_Komersial.pdf
- Barakat, R. K., Griffiths, M. W., & Harris, L. J. (2000). Isolation and characterization of *Carnobacterium*, *Lactococcus*, and *Enterococcus* spp. from cooked, modified atmosphere packaged, refrigerated, poultry meat. *International Journal of Food Microbiology*, 62(1), 83–94. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(00\)00381-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1605(00)00381-0)
- Borch, E., Kant-Muermans, M.-L., & Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 103–120. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1605\(96\)01135-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01135-X)
- Bottone, E. J. (1999). *Yersinia enterocolitica*: overview and epidemiologic correlates. *Microbes and Infection*, 1(4), 323–333. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(99\)80028-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1286-4579(99)80028-8)

- Bruna, J. M., Hierro, E. M., de la Hoz, L., Mottram, D. S., Fernández, M., & Ordóñez, J. A. (2003). Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 85(1), 111–125. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00505-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00505-6)
- Cloekaert, A., Verger, J.-M., Grayon, M., Paquet, J.-Y., Garin-Bastuji, B., Foster, G., & Godfroid, J. (2001). Classification of *Brucella* spp. isolated from marine mammals by DNA polymorphism at the *omp2* locus. *Microbes and Infection*, 3(9), 729–738. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(01\)01427-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1286-4579(01)01427-7)
- Courtin, S., Rowley, N., Haas, F., Ackermann, D., Bazzacco, D., Boston, A. J., Cinausero, M., Durell, J., Hannachi, F., Hoellinger, F., Lopez-Martens, A., Martinez, T., Merdinger, J. C., Paul, E. S., Rossi-Alvarez, C., Rousseau, M., Scraggs, H. C., Spolaore, P., Stefanini, A. M., ... Vivien, J.-P. (2003). Influence of fusion barrier distributions on spin populations. *Nuclear Physics A*, 724(1), 125–139. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0375-9474\(03\)01515-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0375-9474(03)01515-X)
- Codex Alimentarius Commission (CAC). 1989. REPORT OF THE TWENTY-THIRD SESSION OF THE CODEX COMMITTEE ON FOOD HYGIENE
Rome.
https://www.fao.org/input/download/report/52/al89_13e.pdf
- De Vos, W. M., & Simons, G. F. M. (1994). Gene cloning and expression systems in Lactococci BT - Genetics and Biotechnology of Lactic Acid Bacteria (M. J. Gasson & W. M. De Vos (eds.); pp. 52–105). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1340-3_2
- Delaherche, A., Claisse, O., & Lonvaud-Funel, A. (2004). Detection and quantification of *Brettanomyces bruxellensis* and 'ropy'*Pediococcus damnosus* strains in wine by real-time polymerase chain reaction. *Journal of Applied Microbiology*, 97(5), 910–915.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2004.02334.x>

- Giraud, F., Giraud, T., Aguilera, G., Fournier, E., Samson, R., Cruaud, C., Lacoste, S., Ropars, J., Tellier, A., & Dupont, J. (2010). Microsatellite loci to recognize species for the cheese starter and contaminating strains associated with cheese manufacturing. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2), 204–213. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.11.014>
- Groth Laursen, B., Bay, L., Cleenwerck, I., Vancanneyt, M., Swings, J., Dalgaard, P., & Leisner, J. J. (2005). *Carnobacterium divergens* and *Carnobacterium maltaromaticum* as spoilers or protective cultures in meat and seafood: phenotypic and genotypic characterization. *Systematic and Applied Microbiology*, 28(2), 151–164. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.syapm.2004.12.001>
- Heyndrickx, M. (2011). The Importance of Endospore-Forming Bacteria Originating from Soil for Contamination of Industrial Food Processing. *Applied and Environmental Soil Science*, 2011, 561975. <https://doi.org/10.1155/2011/561975>
- Huang, H., Brooks, B. W., Lowman, R., & Carrillo, C. D. (2015). *Campylobacter* species in animal, food, and environmental sources, and relevant testing programs in Canada. *Canadian Journal of Microbiology*, 61(10), 701–721. <https://doi.org/10.1139/cjm-2014-0770>
- Hunt, J. M. (2010). Shiga Toxin–Producing *Escherichia coli* (STEC). *Clinics in Laboratory Medicine*, 30(1), 21–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cll.2009.11.001>
- Hussein, H. S., & Sakuma, T. (2005). Invited Review: Prevalence of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* in Dairy Cattle and Their Products. *Journal of Dairy Science*, 88(2), 450–465. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72706-5](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72706-5)

- Kristina, L., Irene, R., Katharina, B., Renata, K., Julia, W., Sonja, M.-K., Alexander, T., Martin, W., & Beatrix, S. (2014). Reservoirs of *Listeria* Species in Three Environmental Ecosystems. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(18), 5583–5592. <https://doi.org/10.1128/AEM.01018-14>
- Jennifer, O., Tom, R., L., Z. B., & Michael, J. J. (2003). Biochemical Properties of a Newly Described *Escherichia* Species, *Escherichia albertii*. *Journal of Clinical Microbiology*, 41(10), 4852–4854. <https://doi.org/10.1128/jcm.41.10.4852-4854.2003>
- Leisner, J. J., Laursen, B. G., Prévost, H., Drider, D., & Dalgaard, P. (2007). *Carnobacterium*: positive and negative effects in the environment and in foods . *FEMS Microbiology Reviews*, 31(5), 592–613. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2007.00080.x>
- Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Dominguez, R., Pateiro, M., Saraiva, J. A., & Franco, D. (2018). Chapter 3 - Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability: General Aspects and Overall Description (F. J. Barba, A. S. Sant'Ana, V. Orlien, & M. B. T.-I. T. for F. P. Koubaa (eds.); pp. 53–107). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811031-7.00003-0>
- Ludemann, V., Pose, G., Pollio, M. L., & Segura, J. (2004). Determination of growth characteristics and lipolytic and proteolytic activities of *Penicillium* strains isolated from Argentinean salami. *International Journal of Food Microbiology*, 96(1), 13–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.003>
- Pathak, A. D., Dubal, Z. B., Doijad, S., Raorane, A., Rodrigues, S., Naik, R., Naik-Gaonkar, S., Kalorey, D. R., Kurkure, N. V, Naik, R., & Barbuddhe, S. B. (2014). Human brucellosis among pyrexia of unknown origin cases and occupationally exposed individuals in Goa Region, India. *Emerging Health Threats Journal*, 7(1), 23846. <https://doi.org/10.3402/ehth.v7.23846>
- Samuel, K., J., L. M., & Jochen, K. (2010). *Brochothrix thermosphacta* Bacteriophages Feature Heterogeneous and Highly Mosaic Genomes and Utilize Unique Prophage Insertion Sites . *Journal of*

Bacteriology, 192(20), 5441–5453.
<https://doi.org/10.1128/jb.00709-10>

Scheldeman, P., Herman, L., Foster, S., & Heyndrickx, M. (2006). *Bacillus sporothermodurans* and other highly heat-resistant spore formers in milk. *Journal of Applied Microbiology*, 101(3), 542–555. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.02964.x>

Silva, J., Leite, D., Fernandes, M., Mena, C., Gibbs, P., & Teixeira, P. (2011). *Campylobacter* spp. as a Foodborne Pathogen: A Review . In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 2). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2011.00200>

Thomas, D. S. (1993). 13 - Yeasts as Spoilage Organisms in Beverages (A. H. Rose & J. B. T.-T. Y. (Second E. Stuart Harrison (eds.); pp. 517–561). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-092543-1.50023-0>

Vanderzant, C., Savell, J. W., Hanna, M. O., & Potluri, V. (1986). A Comparison of Growth of Individual Meat Bacteria on the Lean and Fatty Tissue of Beef, Pork and Lamb. *Journal of Food Science*, 51(1), 5–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb10822.x>

PROFIL PENULIS



Ata Aditya Wardana, S.TP., M.Si., Ph.D.

Penulis memiliki kepakaran di bidang Ilmu dan Teknologi Pangan. Setelah menyelesaikan S1 di Universitas Brawijaya (2013), dan S2 di Institut Pertanian Bogor (2016) penulis melanjutkan S3 di *Department of Agroenvironmental Sciences, Kyushu University*, Jepang menggunakan skema beasiswa *Innovative Asia*, JICA-MEXT. Pada tahun 2022, penulis mendapatkan dua penghargaan sekaligus sebagai lulusan terbaik yaitu *Dean award* dan *Excellence Research Award* yang diberikan oleh *Kyushu University*. Saat ini, penulis mengabdikan dirinya sebagai dosen di Universitas Bina Nusantara, Jakarta.

Penulis aktif berpartisipasi pada berbagai forum ilmiah baik nasional maupun Internasional. Penulis juga aktif melakukan riset, dan sampai saat ini ada lebih dari 40 luaran artikel internasional yang telah dihasilkan dengan *scopus H-index* 10. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi, kemendikbud, BRIN, dan hibah internasional seperti *JICA (Japan International Cooperation Agency)*. Karena kepakarannya, penulis kerap diundang sebagai *reviewer* beberapa *journal publisher* seperti *Elsevier*, *Taylor and Francis*, *Hindawi*, dan *Springer Nature*.

Email Penulis: ata.wardana@binus.ac.id

BAB 13

MIKROBIOLOGI TANAH

Azmi Prasasti, M.Si.
STIKES Banyuwangi

Pendahuluan

Tanah merupakan unsur fundamental yang penting bagi kehidupan manusia. Tumbuh dan perkembangan makhluk hidup berada di atas tanah. Di dalam tanah banyak berisikan senyawa organik yang mempunyai tugas dan fungsi sebagai pengurai dan pembangun. Tanah yang subur memiliki tingkat produktivitas yang tinggi. Komponen penyusun tanah terdiri dari padat, cair dan udara. Komponen tersebut merupakan penentu tingkat kesuburan, karena berkaitan erat dengan proses pelapukan bahan organik dalam tanah. Jika pelapukan tanah berjalan dengan baik, maka unsur hara yang dihasilkan dari proses pelapukan dapat dimanfaatkan sebagai penunjang kehidupan tumbuhan (Susilawati, dkk., 2013)

Tiga material penyusun tanah yaitu, faktor biotik (material hidup), berupa biota (jasad hayati), faktor abiotik bahan organik dan faktor abiotik pasir, debu dan liat. Kesuburan tanah tidak hanya bergantung pada mikroorganisme alami yang hidup didalamnya, namun juga dipengaruhi oleh komposisi kimiawi penyusun tanah. Didalam tanah terdapat mikroorganisme yang dapat dikelompokkan menjadi aktinomyces, protozoa, jamur, alga dan bakteri (Brandon, et, al., 2022)

Pada sapi, produksi susu akan berhenti, tidak dapat berdiri dengan tegak, terdapat edema di bagian skrotum, leher, kepala dan hidung. Pada manusia, antraks ditandai dengan lesi kulit seperti gigitan serangga dan luka (Clarasinta dan Sholehah, 2017).

Tabel 13.2. Penyakit yang Disebabkan oleh Mikroorganisme Tanah

Mikroorganisme Tanah	Penyakit yang ditimbulkan
<i>Bacillus anthracis</i>	Antraks
<i>Clostridium tetani</i>	Tetanus
<i>Clostridium botulinum</i>	Menimbulkan gejala Botulisme seperti kram perut, diare, mual, muntah hingga kelumpuhan otot
<i>Clostridium perfringens</i>	Diare dan sakit perut akut
<i>Rhizoctonia solani</i>	Rebah kecambah dan busuk akar pada tanaman
<i>Serratia marcescens</i>	Busuk pada batang tanaman

Sumber: Clarasinta dan Sholehah (2017)

Daftar Pustaka

- Barili, S., Bernetti, A., Sannino, C., Montegiove, N., Calzoni, E., Cesaretti, A., Pinchuk, I., Pezzolla, D., Turchetti, B., Buzzini, P., Emiliani, C., & Gigliotti, G. (2023). Impact of PVC microplastics on soil chemical and microbiological parameters. *Environmental Research*, 229(March),1–12.
- Berlian, I., Anarqi, S., & Pudjihartati, E. (2016). Isolasi, Identifikasi dan Antagonisme In Vitro Isolat. *Jurnal Penelitian Karet*, 34(2), 201–212.
- Clarasinta, C., & Soleha, T. U. (2017). Penyakit Antraks : Ancaman untuk Petani dan Peternak. *Majority*, 7(1), 158–164.
- Ed-Har, A. A., Widyastuti, R., & Djajakirana, G. (2017). Isolasi dan Identifikasi Mikroba Tanah Pendegradasi Selulosa dan Pektin dari Rhizosfer *Aquilaria malaccensis*. *Buletin Tanah Dan Lahan*,

- 1(1), 58–64.
- Gómez-Brandón, M., Herbón, C., Probst, M., Fornasier, F., Barral, M. T., & Paradelo, R. (2022). Influence of land use on the microbiological properties of urban soils. *Applied Soil Ecology*, 175(March). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104452>
- Hidayat, R. A., & Isnawati, I. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Jamur Selulolitik pada Fermetodege: Pakan Fermentasi Berbahan Campuran Eceng Gondok, Bekatul Padi, dan Tongkol Jagung. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 176–187. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n2.p176-187>
- Marsandi, F., & Estuningsih, S. P. (2016). Asosiasi konsorsium bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes* dan *Micrococcus luteus* dengan lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) De Wit) dalam upaya meningkatkan bioremediasi minyak bumi. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 13(1), 807–813.
- Naeem, M., Ansari, A. A., & Gill, S. S. (2017). Essential plant nutrients: Uptake, use efficiency, and management. In *Essential Plant Nutrients: Uptake, Use Efficiency, and Management* (Issue January 2018). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58841-4>
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., & Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19.
- Safitri, N., Martina, A., & Roza, R. M. (2019). Antagonistic Test of Riau Local Fungal Isolates Against Some Pathogenic in Cultivated Plants. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 12(2), 124–132. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v12i2.8730>
- Solihin, M. A., & Fitriatin, B. N. (2017). Sebaran Mikroba Tanah pada Berbagai Jenis Penggunaan Lahan Di Kawasan Bandung Utara. *SoilREns*, 15(1), 38–45.
- Susilawati, -, Budhisurya, E., Anggono, R. C. W., & Simanjuntak, B. H.

- (2016). Analisis Kesuburan Tanah Dengan Indikator Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan Di Plateau Dieng. *Agric*, 25(1), 64.
- Tualar, T. T. & S. (2011). *Intensifikasi Padi Aerob Terkendali Berbasis Organik*. 37–42.
- Vasyliy, O. M., Bilyy, O. I., Getman, V. B., Kushkevych, I. V., & Hnatush, S. O. (2011). The changes of spectroscopic characteristics of sulfurreducing bacteria *Desulfuromonas acetoxidans* under the influence of different metal ions. *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology XIV*, 8152(September), 81520B. <https://doi.org/10.1117/12.892307>
- Wu, C., Ma, Y., Wang, D., Shan, Y., Song, X., Hu, H., Ren, X., Ma, X., Luo, J., Cui, J., & Ma, Y. (2022). Microbiology combined with metabonomics revealing the response of soil microorganisms and their metabolic functions exposed to phthalic acid esters. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 233, 113338. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113338>
- Yogyaswari, S. A., Rukmi, M. G. I., & Raharjo, B. (2016). Ekplorasi Bakteri Selulolitik Dari Cairan Rumen Sapi Peranakan Fries Holland (PFH) Dan Limousine Peranakan Ongole (Limpo). *Jurnal Biologi*, 5(4), 70–80.
- Yunus, F., Lambui, O., & Suwastika, I. N. (2017). *Kelimpahan Mikroorganisme Tanah Pada Sistem Perkebunan Kakao (Theobroma cacao L.) Semi Intensif Dan Non Intensif Abundance of Soil Microorganisms On Cacao (Theobroma cacao L.) Plantation Under Semi intensif and Non intensif Systems*. 6(3), 194–205.
- ZHOU, S. mei, ZHANG, M., ZHANG, K. ke, YANG, X. wen, HE, D. xian, YIN, J., & WANG, C. yang. (2020). Effects of reduced nitrogen and suitable soil moisture on wheat (*Triticum aestivum* L.) rhizosphere soil microbiological, biochemical properties and yield in the Huanghuai Plain, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(1), 234–250. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62697-3](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62697-3)

PROFIL PENULIS



Azmi Prasasti, M.Si.

Penulis menekuni bidang biologi pada tahun 2008 (S-1 Biologi Universitas Airlangga), dan melanjutkan studi magister di bidang biologi, khususnya mikrobiologi (S-2 Biologi Universitas Airlangga). Saat ini penulis berprofesi sebagai dosen di STIKES Banyuwangi dan mengajar mata kuliah Mikrobiologi-Parasitologi, dan beberapa mata kuliah bahan alam. Penulis menghasilkan penelitian pada tahun 2019 tentang Degradasi Antibiotik, tahun 2022 tentang Uji Aktivitas Antibakteri pada Ekstrak Daun Singkong. Selain itu, penulis berperan aktif di book chapter dengan judul Mikrobiologi dan Parasitologi (2023). Harapannya, penulis dapat berkontribusi bagi masyarakat dibidang Mikrobiologi.

Email: azmiprasasti@stikesbanyuwangi.ac.id

BAB 14

MIKROORGANISME EKSTRIM

Devita Yudhayanti, M.Pd.

Akademi Analisis Farmasi dan Makanan Sunan Giri Ponorogo

Pendahuluan

Mikroorganisme ekstrim atau lebih dikenal dengan ekstremofil adalah sekelompok mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mentoleransi dan hidup di bawah kondisi fisiko-kimia, geologi, dan nutrisi yang ekstrim. Mereka menghasilkan enzim yang mampu menjaga stabilitas dan fungsi pada kondisi ekstremitas. Organisme ini juga menghasilkan berbagai molekul dan metabolit lain, seperti ekstremolit dan senyawa aktif permukaan untuk melindungi terhadap salinitas, pH, tekanan, suhu, dan radiasi matahari yang ekstrim.

Frans Gruber dalam bukunya Mikrobiologi Perikanan dan Kelautan menyebutkan Prokariotik arkaebakteri untuk jenis bakteri yang menempati habitat ekstrim, seperti tempat bersuhu tinggi, danau dengan kadar garam tinggi, kawah gunung berapi atau sumber air panas di dasar laut, dan habitat ekstrim lainnya. Kemampuan adaptasi jenis bakteri ini pada tempat-tempat yang ekstrim, disebabkan karena struktur dinding selnya yang berbeda dibandingkan dengan prokariotik eubakteri pada umumnya.

Daftar Pustaka

Bakteri Halofilik dan Halotoleran dari Air Baku Tambak Garam Universitas Trunojoyo Madura, Salsabila Firda N, dkk, JPHPI 2023, Volume 26 nomor 1

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.gurupendidikan.co.id%2Farchaebacteria-dan-eubacteria%2F&psig=AOvVaw2i7HqCYdFHND3EbL5BSrGh&ust=1694144266281000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCIC_a_Jl4EDFQAAAAAAdAAAAABAE

<https://www.kelaspintar.id/blog/edutech/archaebacteria-dan-jenis-jenisnya-7070#:~:text=Archaebacteria%20dan%20Jenis,dan%20Bacillus%20caldotanax.>

<https://www.psychologymania.com/2013/09/mikroorganisme-termofilik.html#:~:text=Mikroorganisme%20Termofilik,70%2D75%20%C2%B0C.>

Identifikasi Bakteri Penghasil Antibiotik dari Mikrohabitat Ekstrim di Ekosistem Mangrove secara Molekuler dan Aktivitas Terhadap Bakteri Patogen (*Vibrio alginolyticus*), Desy Mutia S, dkk, Jurnal Perikanan dan Kelautan, Volume 9 nomor 2. Des.2019, Hal. 137-150.

Karakteristik Morfologi dan Uji Aktivitas Bakteri Termofilik dari Kawasan Wisata Ie Seuum (Air Panas), Zuraidah, dkk, Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan 11 (2), 2020, 40 – 47.

Mikrobiologi Perikanan dan Kelautan, Frans Gruber, Penerbit Rineka Cipta, 2009.

Potensi Bakteri Halofilik Ekstrim dari Tambak Garam Tradisional sebagai Penghambat Aktivitas Bakteri *Salmonella sp*, Eka Nurrahema, dkk, Jurnal of Marine Research, Vol 12, No.3 Agustus 2023, pp 382-390. DOI: 10.14710/jmr.v2i3.35372.

PROFIL PENULIS



Devita Yudhayanti, M.Pd.

Ketertarikan penulis terhadap ilmu Biologi sudah sejak tahun 1993, penulis memilih jurusan SMA A2 saat itu sama dengan jurusan IPA Biologi. Lulus SMA penulis melanjutkan kuliah di jurusan Farmasi, D3 Akademi Analisis Farmasi Surakarta dan lulus pada tahun 1995. Tahun 1996 penulis bekerja di Akafarma Sunan Giri Ponorogo sebagai asisten laboratorium mikrobiologi. Dan pada tahun 2009 menyelesaikan pendidikan S1 Pendidikan MIPA Biologi di IKIP PGRI Madiun. Pada tahun 2011–2015 mengajar dan menjadi ketua jurusan Analisis Kesehatan di SMK Kesehatan BIM Ponorogo. Pada tahun yang sama penulis menempuh pendidikan S2 jurusan Pendidikan Sains Biologi di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dan menjadi staf pengajar mata kuliah Mikrobiologi dan Analisa Makanan Dan Minuman dan Biokimia sampai sekarang.

Penulis pernah mengikuti Program Beasiswa Retooling bagi Dosen Vokasi di *Seafast Center IPB* pada tahun 2019. Pengalaman mengajar teori dan praktikum penulis di bidang Analisa Makanan dan Keamanan Pangan mendorong penulis untuk membuat sebuah buku yang harapannya dapat membantu membimbing mahasiswa belajar tentang Keamanan pangan.

Email Penulis: yudhayantidevita@gmail.com

BAB 15

BIOLOGI INDUSTRI

Dhanang Puspita, M.Si.
Universitas Kristen Satya Wacana

Pengantar

Perkembangan dunia mikrobiologi berawal ketika Antonie Van Leeuwenhoek pada tahun 1677 membuat mikroskop sederhana guna melihat makhluk tak kasat mata di comberan. Dengan mikroskop sederhananya, dia membuktikan ada organisme yang berukuran kecil. Ilmuwan di bidang mikrobiologi semakin banyak dengan ragam penemuannya, sehingga para pengusaha tertarik untuk mengkomersilkan dalam skala industri modern. Di sisi lain, produk olahan berbasis fermentasi atau yang melibatkan peran mikroorganisme sudah lama diproduksi dan diperjual belikan secara konvensional. Dengan demikian, belum pasti kapan titik awal mikrobiologi industri dimulai, yang pasti kedepannya dunia industri mikrobial akan memberikan peran penting untuk umat manusia dan menjadi bisnis yang menjanjikan.



Gambar 1. Keterkaitan Mikrobiologi dengan Mikroba Yang Berkelindan dengan Dunia Industri yang Membutuhkan Bioprosesornya

Sumber: Diolah Penulis

Daftar Pustaka

- Allahverdiev, S. R., Minkova, N. O., Viktorivich, D. & Gündüz, G. The Silent Heroes: Effective Microorganisms The Silent Heroes. *Orman. Derg.* 10, 1–6 (2015).
- Bruno-Bárcena, J. M. *INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY*. vol. V (1982).
- Cóndor_Golec, A. F., González Pérez, P. & Lokare, C. Effective Microorganisms: Myth or reality? *Rev. Peru. Biol.* 14, 315–319 (2007).
- Deckers, H., Moloney, M. & Baum, A. Chapter 24. The Case for Recombinant Production of Pharmaceutical Proteins in Plants. *Annu. Rep. Med. Chem.* 34, 237–245 (1999).
- Karuni, E. R., Sari, A. M., Nursiwi, A. & Sanjaya, A. P. Isolation and Characterization of Wild Type *Acetobacter xylinum* from Nata de Coco Industry in Surakarta Residency. *Proc. 10th Int. Semin. 12th Congr. Indones. Soc. Microbiol. (ISISM 2019)* 15, 44–48 (2021).
- Komarawidjaja, W. Karakteristik dan Keragaman Mikroba Unit Pengolah Limbah Cair Tekstil. *J. Tek. Ling* 8, 150–155 (2007).
- Komarawidjaja, W. Peran mikroba aerob dalam pengolahan limbah cair tekstil. 8, 223–228 (2007).
- Pamungkas, D. & Anggraeny, Y. N. Probiotik dalam Pakan Ternak Ruminansia. *J. War.* 16, 82–91 (2006).
- Prasetyo, T. B. Pembuatan Pakan Ternak Fermentasi (Silase). *SWADAYA Indones. J. Community Empower.* 1, 48–54 (2019).
- Skovgaard, N. *Industrial Microbiology: An Introduction*. *International Journal of Food Microbiology* vol. 77 (2002).
- Talapko, J., Talapko, D., Matic, A. & Škrlec, I. Microorganisms as New Sources of Energy. *Energies* 15, 1–21 (2022).
- Zulkifli Bawode, Poltje D. Rumajar, S. J. S. Perbandingan Campuran Effective Microorganism 4 (Em4) Dengan Kotoran Kuda Serta Campuran Effective Microorganism 4 (Em4) Dengan Kotoran Ayam Dalam Proses Komposting. *J. Poltekkes* 4, 1–12 (2015).

PROFIL PENULIS



Dhanang Puspita, M.Si.

Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan S1 dan S2 Biologi di Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Menjadi RnD di bidang mikrobiologi di sebuah PMA dan saat ini menjadi dosen tetap di Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan yang ditempatkan di Program Studi Teknologi Pangan S1. Tertarik dalam bidang mikrobiologi sejak S1, dimana tugas akhirnya isolasi bakterial selulosa dan kemudian dilanjutkan penelitian pada jenjang S2 tentang aplikasi pigmen alami dalam selulosa bakterial. Saat ini masih aktif meneliti pigmen alami dari bakteri simbion karang yang nantinya bisa dimanfaatkan sebagai senyawa antioksidan, antikanker, dan pengganti pewarna sintetis. Masih terlibat aktif dalam organisasi profesi PERMI (Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia) dan PATPI (Persatuan Ahli Teknologi Pangan Indonesia). Terlibat dalam beberapa kolaborasi penelitian dengan BRIN untuk IKN dan Pemda Nusa Tenggara Timur untuk permasalahan tengkes.

Email Penulis: dhanang.puspita@uksw.edu

PENGANTAR MIKROBIOLOGI

Dalam buku ini, Kita akan dibawa dalam perjalanan mendalam ke dunia mikroorganisme, dari bakteri hingga virus, dan bagaimana mereka memainkan peran penting dalam kehidupan dan ekosistem sekitar. Buku ini membahas konsep-konsep dasar mikrobiologi, mulai dari struktur mikroorganisme hingga fungsinya dalam proses biologis. Anda akan memahami bagaimana mikroorganisme berperan dalam proses bioteknologi, industri, dan bahkan membahas mikrobiologi dalam tubuh manusia. Buku Pengantar Mikrobiologi dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa biologi, mikrobiologi, bioteknologi, pertanian, peternakan, perikanan, kedokteran, gizi, teknologi pangan, mahasiswa bidang ilmu-ilmu kesehatan, dan mahasiswa jurusan lain yang membutuhkan. Dalam buku ini terdapat beberapa BAB, diantaranya yaitu 1). Dasar-dasar Mikrobiologi, 2). Struktur dan Fungsi Sel Mikroba, 3). Mikroorganisme Patogen, 4). Mikrobiota Manusia, 5). Teknik Dasar dalam Mikrobiologi, 6). Metode Kultur Mikroba, 7). Mikrobiologi Lingkungan, 8). Bioteknologi Mikroba, 9). Genetika Mikroba, 10). Immunologi Mikroba, 11). Bioremediasi, 12). Mikrobiologi Pangan, 13). Mikrobiologi Tanah, 14). Mikroorganisme Ekstrem, 15). Mikrobiologi Industri.