

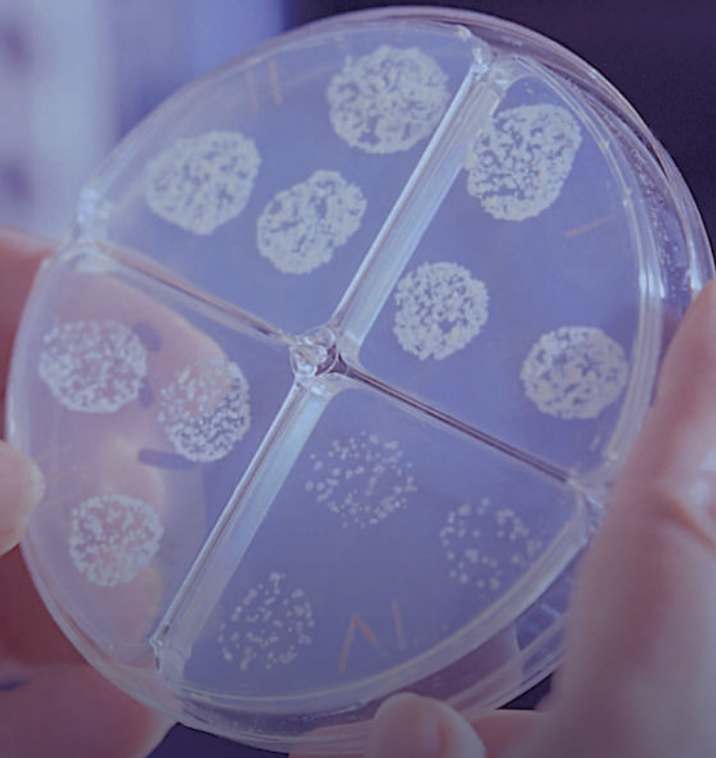
EDITOR

Dr. Ratna Umi Nurlila, M.Sc

Reni Yunus, S.Si., M.Sc



PENGANTAR BAKTERIOLOGI



Mirfaidah Nadjamuddin | Ismail | Chaerul Fadly Mochtar Luthfi M | Fitriana | Rusli | Tacik Idayanti
Vector Stephen Dewangga | Manggiasih Dwiayu Larasati | Yulia Ratna Dewi | Nurfitri Junita
Anita Dwi Anggraini | Edy Haryanto | Saadah Siregar | Nurfidin Farid | Erpi Nurdin
Bambang Supriyanta | Endang Rahmawati | Fhahri Mubarak

PENGANTAR BAKTERIOLOGI

Buku pengantar bakteriologi yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 18 bab. Pembahasan pada setiap bab nya diuraikan dengan bahasa yang sederhana dengan harapan agar pembaca mudah dalam memahaminya.

Bab 1 Klasifikasi Bakteri

Bab 2 Morfologi, Struktur, dan Fisiologi Bakteri

Bab 3 Distribusi dan Peran Bakteri

Bab 4 Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Bab 5 Genetika Bakteri

Bab 6 Nutrisi Bakteri

Bab 7 Metabolisme Bakteri

Bab 8 Mikroflora Normal

Bab 9 Bakteri Patogen Gram (+) Kokus

Bab 10 Bakteri Patogen Gram (+) Batang

Bab 11 Bakteri Patogen Gram (-) Kokus

Bab 12 Bakteri Patogen Gram (-) Batang

Bab 13 Pengendalian Bakteri (Sterilisasi, Desinfeksi, Antibiotika)

Bab 14 Pewarnaan Bakteri

Bab 15 Biakan Murni

Bab 16 Uji Biokimia Bakteri

Bab 17 Uji Sensitivitas Bakteri

Bab 18 Jaminan Mutu Pemeriksaan Bakteriologi



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

☎ 0858 5343 1992

✉ eurekamediaaksara@gmail.com

📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10

Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-151-952-8



9 786231 519528

PENGANTAR BAKTERIOLOGI

Mirfaidah Nadjamuddin, M.Si
apt. Ismail, S.Farm., M.Sc
Chaerul Fadly Mochtar Luthfi M, S.Farm., M.Biomed
apt. Fitriana, S.Farm., M.Si
apt. Rusli, S.Si., M.Si
Tacik Idayanti, S.ST, S.Si
Vector Stephen Dewangga, S.Si., M.Si
Manggiasih Dwiayu Larasati, S.ST., M.Biomed
Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed
apt. Nurfitria Junita, M.Farm
Anita Dwi Anggraini, S.ST., M.Si
Drs. Edy Haryanto, M.Kes
Saadah Siregar, S.Si., M.Kes
Nurfiddin Farid, S.Farm., M.Si
Erpi Nurdin, S.Si., M.Kes
Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc
dr. Endang Rahmawati, SpMK
Fhahri Mubarak, S.Farm., M.Si



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

PENGANTAR BAKTERIOLOGI

Penulis : Mirfaidah Nadjamuddin, M.Si | apt. Ismail, S.Farm., M.Sc | Chaerul Fadly Mochtar Luthfi M, S.Farm., M.Biomed | apt. Fitriana, S.Farm., M.Si | apt. Rusli, S.Si., M.Si | Tacik Idayanti, S. ST, S.Si | Vector Stephen Dewangga, S.Si., M.Si | Manggiasih Dwiayu Larasati, S.ST., M.Biomed | Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed | apt. Nurfitriia Junita, M.Farm | Anita Dwi Anggraini, S.ST., M.Si | Drs. Edy Haryanto, M.Kes | Saadah Siregar, S.Si., M.Kes | Nurfidin Farid, S.Farm., M.Si | Erpi Nurdin, S.Si., M.Kes | Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc | dr. Endang Rahmawati, SpMK | Fhahri Mubarak, S.Farm., M.Si

Editor : Dr. Ratna Umi Nurlila, M.Sc
Reni Yunus, S.Si., M.Sc

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Meilita Anggie Nurlatifah

ISBN : 978-623-151-952-8

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

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas berkah dan Rahmat-Nya, sehingga Buku Pengantar Bakteriologi ini dapat tersusun dan selesai tepat pada waktunya. Penyusunan buku ini dimaksudkan untuk membantu dalam mengenal morfologi, ekologi, genetika dan biokimia serta berbagai aspek lain yang berhubungan dengan bakteri.

Bakteri berasal dari kata "bakterion" (bahasa Yunani) yang berarti tongkat atau batang, bakteri adalah organisme prokariota uniseluler yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Bakteri adalah organisme yang paling banyak jumlahnya dan tersebar luas dibandingkan makhluk hidup lainnya. Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di gurun pasir, salju atau es, hingga lautan. Bagi manusia, bakteri ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan.

Buku pengantar bakteriologi yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 18 bab. Pembahasan pada setiap bab nya diuraikan dengan bahasa yang sederhana dengan harapan agar pembaca mudah dalam memahaminya.

Bab 1 Klasifikasi Bakteri

Bab 2 Morfologi, Struktur dan Fisiologi Bakteri

Bab 3 Distribusi dan Peran Bakteri

Bab 4 Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Bab 5 Genetika Bakteri

Bab 6 Nutrisi Bakteri

Bab 7 Metabolisme Bakteri

Bab 8 Mikroflora Normal

Bab 9 Bakteri Patogen Gram(+) Kokus

Bab 10 Bakteri Patogen Gram(+) Batang

Bab 11 Bakteri Patogen Gram(-) Kokus

Bab 12 Bakteri Patogen Gram(-) Batang

Bab 13 Pengendalian Bakteri (Sterilisasi, Desinfeksi, Antibiotika)

Bab 14 Pewarnaan Bakteri

Bab 15 Biakan Murni

Bab 16 Uji Biokimia Bakteri

Bab 17 Uji Sensitivitas Bakteri

Bab 18 Jaminan Mutu Pemeriksaan Bakteriologi

Terimakasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah bekerjasama dan membantu. Semoga buku ini dapat menambah ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi para pembaca dari berbagai kalangan baik dosen, mahasiswa maupun praktisi untuk lebih memahami pengetahuan mengenai bakteriologi. Akhir kata, penulis mengharap saran dan kritik membangun dalam perbaikan penyusunan buku ini.

Makassar, 11 November 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| BAB 1 KLASIFIKASI BAKTERI | 1 |
| A. Pendahuluan | 1 |
| B. Berdasarkan Ciri Khas Dinding Selnya | 3 |
| C. Berdasarkan Ekspresi Fenotip | 9 |
| D. Klasifikasi Berdasarkan Bentuk Sel..... | 11 |
| E. Klasifikasi Berdasarkan Terhadap Sifat Pewarnaan .. | 12 |
| F. Klasifikasi Berdasarkan Sifat Pertumbuhan | 13 |
| G. Klasifikasi Berdasarkan Metabolisme | 14 |
| H. Daftar Pustaka | 15 |
| BAB 2 MORFOLOGI, STRUKTUR, DAN FISILOGI BAKTERI | 18 |
| A. Morfologi Bakteri..... | 18 |
| B. Struktur Bakteri..... | 22 |
| C. Fisiologi Bakteri | 26 |
| D. Daftar Pustaka | 28 |
| BAB 3 DISTRIBUSI DAN PERAN BAKTERI | 31 |
| A. Pendahuluan | 31 |
| B. Distribusi Bakteri | 32 |
| C. Peran Bakteri | 44 |
| D. Daftar Pustaka | 48 |
| BAB 4 ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI | 58 |
| A. Pengertian..... | 58 |
| B. Isolasi Bakteri | 59 |
| C. Identifikasi Bakteri | 64 |
| D. Daftar Pustaka | 74 |
| BAB 5 GENETIKA BAKTERI | 76 |
| A. Pengantar | 76 |
| B. Mutasi..... | 77 |
| C. Transfer Gen..... | 80 |
| D. Daftar Pustaka..... | 89 |
| BAB 6 NUTRISI BAKTERI | 91 |
| A. Nutrisi Bakteri..... | 91 |
| B. Fungsi Nutrisi | 91 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| | C. Klasifikasi Sumber Nutrisi Bakteri..... | 93 |
| | D. Cara Mendapatkan Sumber Nutrisi..... | 100 |
| | E. Klasifikasi Mikroba berdasarkan Nutrisi dan Kebutuhan Oksigen | 101 |
| | F. Penggolongan Media sebagai Sumber Nutrisi..... | 103 |
| | G. Interaksi Antar Mikroba dalam Mensintesis Nutrien..... | 104 |
| | H. Daftar Pustaka | 105 |
| BAB 7 | METABOLISME BAKTERI | 107 |
| | A. Pendahuluan | 107 |
| | B. Tipe Metabolisme | 108 |
| | C. Produksi Energi | 113 |
| | D. Katabolisme..... | 120 |
| | E. Fermentasi | 125 |
| | F. Respirasi Anaerob | 126 |
| | G. Fiksasi Nitrogen..... | 127 |
| | H. Daftar Pustaka | 128 |
| BAB 8 | MIKROFLORA NORMAL..... | 129 |
| | A. Pendahuluan | 129 |
| | B. Konsep Dasar Mikroflora Normal | 129 |
| | C. Klasifikasi Mikroflora Normal..... | 134 |
| | D. Peranan Mikroflora Dalam Tubuh..... | 135 |
| | E. Faktor Determinan Mikroflora Normal | 135 |
| | F. Mikroflora Normal pada Tubuh Manusia | 138 |
| | G. Pengaruh Mikroflora Normal pada Tubuh Manusia | 141 |
| | H. Daftar Pustaka | 144 |
| BAB 9 | BAKTERI PATOGEN GRAM (+) KOKUS | 146 |
| | A. Pendahuluan | 146 |
| | B. Karakteristik Umum | 147 |
| | C. Klasifikasi dan Jenis Bakteri Gram Positif (+) Kokus | 153 |
| | D. Patogenitas dan Penyakit yang Disebabkan oleh Bakteri Gram(+) Kokus..... | 154 |
| | E. Diagnosa dan Pengobatan Infeksi oleh Bakteri Gram(+) Kokus | 156 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| | F. Daftar Pustaka..... | 158 |
| BAB 10 | BAKTERI PATOGEN GRAM (+) BATANG | 160 |
| | A. Pendahuluan | 160 |
| | B. Karakteristik Bakteri Gram Positif Batang | 160 |
| | C. Klasifikasi Bakteri Gram Positif Batang..... | 161 |
| | D. Daftar Pustaka..... | 170 |
| BAB 11 | BAKTERI PATOGEN GRAM (-) KOKUS..... | 172 |
| | A. Pendahuluan | 172 |
| | B. Daftar Pustaka..... | 176 |
| BAB 12 | BAKTERI PATOGEN GRAM (-) BATANG | 178 |
| | A. Enterobacteriaceae | 178 |
| | B. Vibrionaceae..... | 187 |
| | C. Daftar Pustaka..... | 190 |
| BAB 13 | PENGENDALIAN BAKTERI (STERILISASI, DESINFEKSI, ANTIBIOTIKA) | 192 |
| | A. Pengendalian Mikroorganisme..... | 192 |
| | B. Metode Pengendalian Mikroorganisme | 192 |
| | C. Daftar Pustaka..... | 202 |
| BAB 14 | PEWARNAAN BAKTERI..... | 204 |
| | A. Teori Dasar Pewarnaan..... | 204 |
| | B. Tujuan Pewarnaan..... | 207 |
| | C. Mekanisme Pewarnaan..... | 208 |
| | D. Jenis Pewarnaan..... | 208 |
| | E. Teknik Pewarnaan..... | 213 |
| | F. Daftar Pustaka..... | 216 |
| BAB 15 | BIAKAN MURNI..... | 218 |
| | A. Pendahuluan | 218 |
| | B. Definisi Media | 218 |
| | C. Manfaat Media | 220 |
| | D. Komponen Media | 221 |
| | E. Klasifikasi Media | 229 |
| | F. Syarat Media..... | 233 |
| | G. Teknik Isolasi Dan Inokulasi Bakteri | 240 |
| | H. Daftar Pustaka..... | 244 |
| BAB 16 | UJI BIOKIMIA BAKTERI | 245 |
| | A. Uji Biokimia Bakteri | 245 |
| | B. Berbagai Macam Uji Biokimia..... | 245 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| | C. Daftar Pustaka | 273 |
| BAB 17 | UJI SENSITIVITAS BAKTERI..... | 276 |
| | A. Pendahuluan | 276 |
| | B. Pengertian Uji Sensitivitas Bakteri | 276 |
| | C. Metode Uji Sensitivitas Bakteri..... | 279 |
| | D. Interpretasi Hasil Uji Sensitivitas Bakteri | 288 |
| | E. Faktor Yang Mempengaruhi Uji Sensitivitas Antibiotik..... | 288 |
| | F. Quality Control Pada Uji Sensitivitas Bakteri | 290 |
| | G. Daftar Pustaka | 293 |
| BAB 18 | JAMINAN MUTU PEMERIKSAAN BAKTERIOLOGI..... | 296 |
| | A. Pendahuluan | 296 |
| | B. Parameter Dalam Penjaminan Mutu (CLSI, 2020) ... | 299 |
| | C. Pengendalian Mutu..... | 301 |
| | D. Daftar Pustaka | 307 |
| | TENTANG PENULIS..... | 309 |

BAB

1

KLASIFIKASI BAKTERI

Mirfaidah Nadjamuddin, M.Si

A. Pendahuluan

Sebagian besar mikroorganisme hidup bebas dan memperoleh nutrisi yang berasal dari bahan-bahan organik dan anorganik dari lingkungannya, seperti karbon, energi dan elektron. Mikroorganisme dapat dijumpai dimana-mana, baik di tanah, lingkungan akuatik (aliran air sampai lautan), dan atmosfer.

Mikroorganisme atau mikroba merupakan organisme yang memiliki ukuran sangat kecil, sehingga untuk mengamatnya diperlukan alat berupa mikroskop. Mikroorganisme ada yang bersel tunggal (uniseluler) seperti bakteri dan sel banyak (multiseluler) seperti hewan dan tumbuhan^{1,2}.

Bakteriologi berasal dari serapan Bahasa Belanda "bacteriologie", merupakan cabang ilmu mikrobiologi yang mengkaji tentang bakteri, termasuk morfologi, ekologi, genetika dan biokimia dari bakteri dan berbagai aspek lain terkait bakteri, selain itu juga mengkaji tentang identifikasi, klasifikasi dan juga karakterisasi dari spesies bakteri.

Bakteri umumnya uniseluler, tidak memiliki klorofil, dan berkembang biak dengan pembelahan sel atau biner. Karena tidak memiliki klorofil, maka bakteri disebut jasad yang saprofitik ataupun sebagai jasad yang parasitik. Bakteri memiliki informasi genetik berupa DNA yang berbentuk sirkuler, panjang

2. Bakteri Heterotrof merupakan bakteri yang tidak dapat menyusun makanan sendiri. Bakteri heterotrof terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:
 - a. Bakteri saprob/saproba adalah bakteri yang mendapatkan makanan dengan menguraikan organisme yang sudah mati atau bahan organik lainnya, seperti: *Escherichia coli*, *Cellvibrio*, *Cellfacicula*, dan *Lactobacillus casei*.
 - b. Bakteri parasit adalah bakteri yang mendapatkan makanan dari tubuh organisme yang ditumpanginya, seperti: *Corynebacterium diphtheria*, *Franscisella tularensis*, *Bordetella pertussis*, dan *Mycobacterium tuberculosis*.

H. Daftar Pustaka

- Angert, E., Smee, M., Wollmuth, E., & st. George, C. B. Low G+C Gram Positive Bacteria. Cornell Cals. <https://cals.cornell.edu/microbiology/research/active-research-labs/angert-lab/epulopiscium/low-gc-gram-positive-bacteria>. Diakses 22 Oktober 2023.
- Atomi, H., Imanaka, T., & Fukui, T. (2012). Overview of the genetic tools in the Archaea. *Frontiers in Microbiology*, 3(OCT). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00337>
- Bochner, B. R. (2009). Global phenotypic characterization of bacteria. In *FEMS Microbiology Reviews* (Vol. 33, Issue 1, pp. 191-205). <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00149.x>
- Boussau, B., Guéguen, L., & Gouy, M. (2008). Accounting for horizontal gene transfers explains conflicting hypotheses regarding the position of aquificales in the phylogeny of Bacteria. *BMC Evolutionary Biology*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2148-8-272>
- Chantratita, N., Wuthiekanun, V., Boonbumrung, K., Tiyawisutrsri, R., Vesaratchavest, M., Limmathurotsakul,

- D., Chierakul, W., Wongratanacheewin, S., Pukritiyakamee, S., White, N. J., Day, N. P. J., & Peacock, S. J. (2007). Biological relevance of colony morphology and phenotypic switching by *Burkholderia pseudomallei*. *Journal of Bacteriology*, 189(3), 807–817. <https://doi.org/10.1128/JB.01258-06>
- Chylen Setiyo Rini, O., & Jamilatur Rohmah, Ms. (2020.). *Buku Ajar Mata Kuliah Bakteriologi Dasar Umsida Press Sidoarjo Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*.
- Hamzah, H., Farm, S., Sc Ahmad Zil Fauzi, M., Apt Mahdalena Sy Pakaya, Mk., Hartati, Ms., Evy Yulianti, Mk., Purnamasari, Y., Ani Umar, Mk., Supriyanto, Mk., MKed Angriani Fusvita, Ss., MSi Muji Rahayu, Ss., Si, S., Yuniarty, T., Susilawati, Mk., Sc Eman Rahim, M., Sufiah Asri Mulyawati, Mp., Kes Bagus Muhammad Ihsan, M., & Kes Reni Yunus, M. (n.d.). *Mikrobiologi Dasar Penerbit Cv.Eureka Media Aksara*.
- Nassiri, I., & McCall, M. N. (2018). Systematic exploration of cell morphological phenotypes associated with a transcriptomic query. *Nucleic Acids Research*, 46(19). <https://doi.org/10.1093/nar/gky626>
- Nguyen, K., & Kumar, P. (2022). Morphological Phenotypes, Cell Division, and Gene Expression of *Escherichia coli* under High Concentration of Sodium Sulfate. *Microorganisms*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020274>
- Selig, M., Azizi, S., Walz, K., Lauer, J. C., Rolaufts, B., & Hart, M. L. (2023). Cell morphology as a biological fingerprint of chondrocyte phenotype in control and inflammatory conditions. *Frontiers in Immunology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1102912>
- Setyawati, T. R., Kurniatuhadi, R., & Yanti, A. H. (2021). Karakter Morfologi Koloni *Streptomyces* Spp. yang diisolasi dari Substrat Habitat Cacing Nipah (*Namalycastis*

Rhodochorde) pada Medium Berbeda. Prosiding Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi: Kampus Merdeka Meningkatkan Kecerdasan Sumber Daya Manusia Melalui Interdisipliner Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi: Pontianak, 24 Agustus 2021, 147-154. <https://doi.org/10.26418/pipt.2021.29>

Shahrezaei, V., & Marguerat, S. (2015). Connecting growth with gene expression: of noise and numbers. ELSEVIER: Current Opinion in Microbiology, 127-135.

Sulistiyanto, W. N., Trimulyono, G., Program), Biologi, S., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., Surabaya, U. N., Ketintang Surabaya, J., & Timur, J. (2019). Karakterisasi Fenotip dan Indeks Similaritas Isolat Actinomycetes yang Memiliki Kemampuan Antibakteri terhadap Escherichia coli dan Staphylococcus aureus. In Biotropika: Journal of Tropical Biology (Vol. 7, Issue 3).

Wang, Y., Huang, J. M., Zhou, Y. L., Almeida, A., Finn, R. D., Danchin, A., & He, L. S. (2020). Phylogenomics of expanding uncultured environmental Tenericutes provides insights into their pathogenicity and evolutionary relationship with Bacilli. BMC Genomics, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12864-020-06807-4>

Way, G. P., Kost-Alimova, M., Shibue, T., Harrington, W. F., Gill, S., Piccioni, F., Becker, T., Shafqat-Abbasi, H., Hahn, W. C., Carpenter, A. E., Vazquez, F., Singh, S., Affiliations, ^, Co-First, +, Co-Senior, ^, & Corresponding, G. P. W. Title Predicting cell health phenotypes using image-based morphology profiling. <http://broad.io/cell-health-app>. Diakses 22 Oktober 2023.

BAB 2

MORFOLOGI, STRUKTUR, DAN FISIOLOGI BAKTERI

apt. Ismail, S.Farm., M.Sc

A. Morfologi Bakteri

Dalam mikrobiologi, istilah morfologi berarti bentuk sel. Morfologi bakteri mengacu pada tampilan fisik dan struktural mikroorganisme. Bakteri adalah organisme prokariotik yang memiliki berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda. Sel yang berbentuk bulat atau bulat telur dalam morfologi disebut kokus (jamak, kokus). Sel yang berbentuk silinder disebut batang atau basil. Beberapa batang membentuk bentuk spiral dan disebut spirilla. Sel-sel dari beberapa prokariota tetap bersama dalam kelompok atau cluster setelah pembelahan sel, dan susunannya sering kali memiliki ciri khas. Sebagai contoh, beberapa kokus membentuk rantai panjang (misalnya, bakteri *Streptococcus*), yang lain muncul dalam kubus tiga dimensi (*Sarcina*), dan yang lain lagi dalam kelompok seperti anggur (*Staphylococcus*). Beberapa kelompok bakteri dapat langsung dikenali dari bentuk selnya yang tidak biasa. Contohnya adalah bakteri berbentuk bola, yang merupakan bakteri yang melingkar rapat; bakteri berapendiks, yang memiliki ekstensi sel sebagai tabung atau tangkai panjang; dan bakteri berserabut, yang membentuk sel atau rantai sel yang panjang dan tipis.

Bakteri dapat mengubah bentuk sesuai dengan lingkungan dan kondisi pertumbuhan mereka. Morfologi bakteri merupakan salah satu karakteristik yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis bakteri, tetapi penting untuk

3. Respirasi Bakteri:
 - a. Respirasi adalah proses di mana bakteri menghasilkan energi dengan mengoksidasi substrat organik atau anorganik.
 - b. Dalam respirasi aerob, bakteri menggunakan oksigen sebagai akseptor akhir elektron dalam rantai transport elektron.
 - c. Dalam respirasi anaerobik, bakteri menggunakan akseptor elektron yang tidak mengandung oksigen, seperti nitrat atau sulfat.
4. Fotosintesis Bakteri:
 - a. Beberapa bakteri, seperti bakteri fotosintetik, memiliki kemampuan untuk menghasilkan energi dari cahaya matahari.
 - b. Mereka menggunakan pigmen fotosintetik untuk menangkap energi cahaya dan mengubahnya menjadi energi kimia.
5. Transport Nutrisi:
 - a. Bakteri memiliki berbagai mekanisme transport untuk mengambil nutrisi dari lingkungan mereka. Ini termasuk transport aktif dan pasif.
 - b. Transport aktif melibatkan pemompaan nutrisi melawan gradien konsentrasi menggunakan energi, seperti ATP.
 - c. Transport pasif memungkinkan nutrisi melewati membran sel tanpa memerlukan energi tambahan.
6. Kemotaksis:
 - a. Kemotaksis adalah respons bakteri terhadap stimulus kimia dalam lingkungan mereka.
 - b. Bakteri bergerak menuju atau menjauhi sumber stimulus kimia tertentu untuk mencari kondisi yang lebih baik atau untuk menghindari bahaya.
7. Pengendalian Genetik:
 - a. Bakteri memiliki sistem pengendalian genetik yang memungkinkan mereka merespons perubahan lingkungan dan mengatur ekspresi gen secara tepat.

- b. Ini dapat menghasilkan perubahan dalam aktivitas seluler, seperti produksi enzim spesifik atau peralihan antara berbagai jalur metabolisme.
8. Adaptasi Antibiotik:
- a. Bakteri dapat mengembangkan resistensi terhadap antibiotik melalui mutasi genetik atau akuisisi plasmid resistensi.
 - b. Resistensi antibiotik adalah contoh dari adaptasi fisiologis bakteri terhadap tekanan seleksi.

D. Daftar Pustaka

- Baniya, S., 2022. Classification of Bacteria • Microbe Online [WWW Document]. Microbe Online. URL <https://microbeonline.com/classification-of-bacteria/> (accessed 6.11.23).
- Boenigk, J., Arndt, H., 2002. Bacterivory by heterotrophic flagellates: community structure and feeding strategies. *Antonie Van Leeuwenhoek* 81, 465–480. <https://doi.org/10.1023/a:1020509305868>
- Caccamo, P.D., Brun, Y.V., 2018. The Molecular Basis of Noncanonical Bacterial Morphology. *Trends Microbiol* 26, 191–208. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.09.012>
- Cray, J.A., Bell, A.N.W., Bhaganna, P., Mswaka, A.Y., Timson, D.J., Hallsworth, J.E., 2013. The biology of habitat dominance; can microbes behave as weeds? *Microb Biotechnol* 6, 453–492. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12027>
- Custer, G.F., Bresciani, L., Dini-Andreote, F., 2022. Ecological and Evolutionary Implications of Microbial Dispersal. *Frontiers in Microbiology* 13.
- Kumar, S., Mollo, A., Kahne, D., Ruiz, N., 2022. The Bacterial Cell Wall: From Lipid II Flipping to Polymerization. *Chem Rev*

<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.1c00773>

- Levinson, W.E., Chin-Hong, P., Joyce, E.A., Nussbaum, J., Schwartz, B., 2018. Review of Medical Microbiology and Immunology, Fifteenth Edition. McGraw Hill Professional.
- Madigan, M.T., 2009. Brock Biology of Microorganisms. Pearson Benjamin Cummings.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A., Clark, D.P., 2010. Brock Biology of Microorganisms, 13th edition. ed. Benjamin Cummings, San Francisco.
- Padron, G.C., Shuppara, A.M., Palalay, J.-J.S., Sharma, A., Sanfilippo, J.E., 2023. Bacteria in Fluid Flow. *J Bacteriol* 205, e0040022. <https://doi.org/10.1128/jb.00400-22>
- Tankeshwar, A., 2022. Size of Bacteria: Giant, Smallest, and Regular Ones • Microbe Online [WWW Document]. Microbe Online. URL <https://microbeonline.com/size-of-bacteria/> (accessed 6.10.23).
- Tankeshwar, A., 2013. Shapes of Bacteria: Cocci, Bacilli, and Spirochetes • Microbe Online [WWW Document]. Microbe Online. URL <https://microbeonline.com/characteristics-shape-of-pathogenic-bacteria/> (accessed 6.11.23).
- Tortora, G.J., Berdell R, F., Christine L, C., 2010. Microbiology: an introduction, 10th ed. ed. Benjamin Cummings.
- Ultee, E., Ramijan, K., Dame, R.T., Briegel, A., Claessen, D., 2019. Stress-induced adaptive morphogenesis in bacteria. *Adv Microb Physiol* 74, 97–141. <https://doi.org/10.1016/bs.ampbs.2019.02.001>
- van Teeseling, M.C.F., de Pedro, M.A., Cava, F., 2017. Determinants of Bacterial Morphology: From

Fundamentals to Possibilities for Antimicrobial Targeting.
Frontiers in Microbiology 8.

Young, K.D., 2010. Bacterial shape: two-dimensional questions and possibilities. *Annu Rev Microbiol* 64, 223–240.
<https://doi.org/10.1146/annurev.micro.112408.134102>

Young, K.D., 2007. Bacterial morphology: why have different shapes? *Curr Opin Microbiol* 10, 596–600.
<https://doi.org/10.1016/j.mib.2007.09.009>

BAB 3

DISTRIBUSI DAN PERAN BAKTERI

Chaerul Fadly Mochtar Luthfi M., M.Biomed

A. Pendahuluan

Bakteri merupakan bagian dari mikroorganisme prokariotik (bersel satu) yang hidup berkoloni dan tidak mempunyai selubung inti tetapi mampu hidup dimana saja. Bakteri juga merupakan mikroorganisme yang mampu hidup pada kondisi lingkungan yang berbeda-beda dengan cara beradaptasi terhadap lingkungan biotik dan abiotiknya (Irdawati *et al.*, 2023). Bakteri pada umumnya dapat hidup pada rentang suhu minus 5°C sampai 80°C. Untuk sebagian besar bakteri yang bersifat patogen dapat tumbuh dengan baik pada suhu 37°C. Bagi bakteri gram negatif suhu optimal untuk tumbuh yaitu pada suhu 30°C sampai 35° (Soekiman, 2015).

Penyakit infeksi masih menjadi masalah utama di negara sedang berkembang, khususnya Indonesia. Timbulnya penyakit infeksi diawali dengan adanya lingkungan yang mendukung berkembangnya bakteri patogen, yang kemudian diikuti dengan penyebaran bakteri tersebut. Beberapa benda bisa menjadi tempat berkembang biaknya bakteri sekaligus menjadi sarana penyebaran (Carroll *et al.*, 2016). Penyebaran bakteri sangatlah terkait dengan distribusi disekitar kita. Menurut Mc Naughton dan Wolf (1992) setiap ekosistem mempunyai karakteristik yang berbeda-beda karena komposisi spesies, komunitas dan sebaran organisme, dalam hal ini mikroorganisme. Sebaran dalam pola spasial dan temporal mempunyai dua makna dasar, yaitu hasil

D. Daftar Pustaka

- Adler, B., de la Peña Moctezuma, A., 2010. Leptospira, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 527-547. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch28>
- Afzaal, M., Saeed, F., Shah, Y.A., Hussain, M., Rabail, R., Socol, C.T., Hassoun, A., Pateiro, M., Lorenzo, J.M., Rusu, A.V., Aadil, R.M., 2022. Human gut microbiota in health and disease: Unveiling the relationship. *Front. Microbiol.* 13.
- Angelos, J.A., 2010. Moraxella, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 469-481. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch24>
- Anggia, R.D., 2020. Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Status Faal Paru Pekerja PT.X Surabaya (masters). UNIVERSITAS AIRLANGGA. <https://doi.org/10.10%20BAB%207.pdf>
- Ardilla, P., 2016. PENGHILANGAN BAKTERI PATOGEN DALAM AIR SUNGAI MENGGUNAKAN METODE INDUCTIVELY COUPLED PLASMA (ICP) RADIO - FREKUENSI (RF) DISCHARGE (diploma). Universitas Andalas.
- Ariyadi, T., Dewi, S.S., 2009. PENGARUH SINAR ULTRA VIOLET TERHADAP PERTUMBUHAN BAKTERI Bacillus sp. SEBAGAI BAKTERI KONTAMINAN. *J. Kesehat. Univ. Muhammadiyah Semarang* 2, 20-25.
- Azmia, T.M.S., Rakhma, L.R., Mardiyati, N.L., 2015. HUBUNGAN ANTARA PENAMPILAN MAKANAN DENGAN SISA MAKAN SIANG PADA KARYAWAN DI RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA (diploma). Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Bacon, R., Sofos, J., 2003. Characteristics of Biological Hazards in Foods, in: Food Safety Handbook. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, pp. 157–195.
- Barrow, P.A., Jones, M.A., Thomson, N., 2010. Salmonella, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 231–265. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch14>
- Bergman, M.A., Chafel, R., Meccas, J., 2010. Yersinia, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 309–323. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch16>
- Bintsis, T., 2017. Foodborne pathogens. AIMS Microbiol. 3, 529–563. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.529>
- Böhnel, H., Gessler, F., 2010. Neurotoxic Clostridia, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 189–202. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch11>
- Boyce, J.D., Harper, M., Wilkie, I.W., Adler, B., 2010. Pasteurella, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 325–346. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch17>
- Brennan-Krohn, T., 2021. Infections in Animals and Humans Caused by Bacterial “Cousins” [WWW Document]. ASM.org. URL <https://asm.org:443/Articles/2021/May/Infections-in-Animals-and-Humans-Caused-by-Bacteri> (accessed 10.29.23).
- Browning, G.F., Marena, M.S., Markham, P.F., Noormohammadi, A.H., Whithear, K.G., 2010. Mycoplasma, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 549–573. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch29>

- Budiyanto, 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Erlangga, Jakarta.
- Cabral, J.P.S., 2010. Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 7, 3657–3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>
- Carroll, K.C., Hobden, J.A., Miller, S., Morse, S.A., Mietzner, T.A., Detrick, B., Mitchell, T.G., McKerrow, J.H., Sakanari, J.A.T.A.-T.T.-, 2016. Jawetz, Melnick & Adelberg's medical microbiology. McGraw-Hill's AccessMedicine. <https://doi.org/LK> - <https://worldcat.org/title/913786583>
- Czuprynski, C.J., Kathariou, S., Poulsen, K., 2010. Listeria, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 167–187. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch10>
- Dwidjoseputro, 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Djambatan, Jakarta.
- Entjang, I., 2003. Mikrobiologi dan Parasitologi. PT Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Febriza, M.A., 2020. PENERAPAN AUGMENTED REALITY DALAM MEDIA PEMBELAJARAN TENTANG KLASIFIKASI BAKTERI (Studi Kasus: SMA Negeri 1 Gadingrejo Kabupaten Pringsewu, Lampung) (Strata1). Universitas Teknokrat Indonesia.
- Gebhart, C.J., Guedes, R.M.C., 2010. Lawsonia Intracellularis, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 503–512. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch26>
- Gyles, C.L., Fairbrother, J.M., 2010. Escherichia Coli, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 267–308. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch15>

- Hakim, L., 2017. PENERAPAN REMOT KONTROL PADA ALAT PEL DENGAN DETEKSI SENSOR DEBU (skripsi). Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
- Hampson, D.J., Nagaraja, T.G., Kennan, R.M., Rood, J.I., 2010. Gram-Negative Anaerobes, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 513–526. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch27>
- Hermans, K., Devriese, L.A., Haesebrouck, F., 2010. Staphylococcus, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 75–89. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch5>
- Hikmatyar, G., 2015. KUALITAS MIKROBIOLOGI UDARA di RUANG NEONATAL INTENSIVE CARE UNIT (NICU) RUMAH SAKIT UMUM DAERAH Dr. H. ABDUL MOELOEK BANDAR LAMPUNG (Skripsi). Universitas Lampung, Lampung. <https://doi.org/10/DAFTAR%20ISI.pdf>
- 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. *Signal Transduct. Target. Ther.* 7, 1–28. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00974-4>
- Imaniar, E., Apriliana, E., Rukmono, P., 2013. Kualitas Mikrobiologi Udara di Inkubator Unit Perinatologi Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Abdul Moeloek Bandar Lampung. *J. Major.* 2.
- Irdawati, Amanda, N.R., Putri, A., Pebryeni, S., Efandri, V.C., Suherman, D., Yeriska, F., 2023. Identifikasi dan Karakterisasi Isolat Bakteri LFP di Laboratorium Fisika , Universitas Negeri Padang 242–252.
- Joens, L.A., Haesebrouck, F., Pasmans, F., 2010. Campylobacter and Helicobacter, in: Pathogenesis of Bacterial Infections

- in *Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 483–501.
<https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch25>
- Koppel, N., Maini Rekdal, V., Balskus, E.P., 2017. Chemical transformation of xenobiotics by the human gut microbiota. *Science* 356, eaag2770.
<https://doi.org/10.1126/science.aag2770>
- Kurniati, A.M., 2016. Mikrobiota Saluran Cerna: Tinjauan dari Aspek Pemilihan Asupan Makanan. *J. Kedokt. Univ. Lampung* 1, 380–384.
<https://doi.org/10.23960/jkunila12380-384>
- Linscott, A.J., 2011. Food-Borne Illnesses. *Clin. Microbiol. Newsl.* 33, 41–45.
<https://doi.org/10.1016/j.clinmicnews.2011.02.004>
- Lloyd-Price, J., Abu-Ali, G., Huttenhower, C., 2016. The healthy human microbiome. *Genome Med.* 8, 51.
<https://doi.org/10.1186/s13073-016-0307-y>
- MacInnes, J.I., 2010. *Actinobacillus*, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 363–386. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch19>
- Maki, T., Kobayashi, F., Yamada, M., Hasegawa, H., Iwasaka, Y., 2013. NaCl-amendment assay targeting airborne bacteria in tropospheric bioaerosols transported by westerly wind over Noto Peninsula. *Aerobiologia* 29, 341–354.
<https://doi.org/10.1007/s10453-012-9284-9>
- Marosa, D., 2012. ANALISIS BAKTERI PATOGEN PADA AIR SUMUR WARGA STUDI KASUS DI PEMUKIMAN KUMUH KECAMATAN SEMAMPIR SURABAYA (skripsi). UNIVERSITAS AIRLANGGA.
<https://doi.org/10.10.20Daftar%20Tabel.pdf>
- Mau, A.N., 2022. Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Selulolitik Dari Tanah Hutan Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq)

Di Taman Wisata Bu'at, Kabupaten Timor Tengah Selatan
Nusa Tenggara Timur (undergraduate). Universitas
Katolik Widya Mandira Kupang.

- McGaw, L., 2013. Chapter 13 - Use of Plant-Derived Extracts and Essential Oils against Multidrug-Resistant Bacteria Affecting Animal Health and Production, in: Rai, M.K., Kon, K.V. (Eds.), *Fighting Multidrug Resistance with Herbal Extracts, Essential Oils and Their Components*. Academic Press, San Diego, pp. 191–203. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398539-2.00013-6>
- McNaughton, Samuel J, 1992. *Ekologi Umum*, 2nd ed. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mende, P.S., Pelealu, J., Kolondam, B., 2019. IDENTIFIKASI MOLEKULER BAKTERI DALAM FESES KUCING (*Felis domestica*) YANG DITUMBUHKAN PADA DE MANN ROGOSA SHARPE AGAR (MRSA). *PHARMACON* 8, 73–78. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29239>
- Mogridge, J., Shadomy, S., Turnbull, P., 2010. *Bacillus Anthracis*, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 91–112. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch6>
- Moore, R., Miyoshi, A., Pacheco, L.G.C., Seyffert, N., Azevedo, V., 2010. *Corynebacterium* and *Arcanobacterium*, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 133–147. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch8>
- Morris, R.S., 1999. The application of economics in animal health programmes: a practical guide. *Rev. Sci. Tech. Int. Off. Epizoot.* 18, 305–314. <https://doi.org/10.20506/rst.18.2.1173>
- Ningsi, N.A.A., 2020. ANGKA LEMPENG TOTAL DAN IDENTIFIKASI *ESCHERICHIA COLI* PADA LAWAR

AYAM DI DESA SIDAKARYA DENPASAR SELATAN
(diploma). POLTEKKES KEMENKES DENPASAR.

- Olsen, I., Barletta, R.G., Thoen, C.O., 2010. Mycobacterium, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 113-132. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch7>
- Olsen, S.C., Bellaire, B.H., Roop II, R.M., Thoen, C.O., 2010. Brucella, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 429-441. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch22>
- Pollegioni, P., Mattioni, C., Ristorini, M., Occhiuto, D., Canepari, S., Korneykova, M.V., Gavrichkova, O., 2022. Diversity and Source of Airborne Microbial Communities at Differential Polluted Sites of Rome. Atmosphere 13, 224. <https://doi.org/10.3390/atmos13020224>
- Pospischil, A., Borel, N., Andersen, A.A., 2010. Chlamydia, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 575-587. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch30>
- Pustaka Kementan, 2019. Mengenal Mikroba Penyubur Tanah. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Bogor.
- Ratna, S.H., 1990. Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium. Gramedia, Jakarta.
- Register, K., Harvill, E., 2010. Bordetella, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 411-427. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch21>
- Rusli, 2004. Penuntun Praktikum Mikrobiologi Farmasi Terapan.
- Sandal, I., Corbeil, L.B., Inzana, T.J., 2010. Haemophilus, in: Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals. John

Wiley & Sons, Ltd, pp. 387-409.
<https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch20>

Scotti, E., Boué, S., Sasso, G.L., Zanetti, F., Belcastro, V., Poussin, C., Sierro, N., Battey, J., Gimalac, A., Ivanov, N.V., Hoeng, J., 2017. Exploring the microbiome in health and disease: Implications for toxicology. *Toxicol. Res. Appl.* 1, 2397847317741884.
<https://doi.org/10.1177/2397847317741884>

Shin, S.-K., Kim, J., Ha, S., Oh, H.-S., Chun, J., Sohn, J., Yi, H., 2015. Metagenomic Insights into the Bioaerosols in the Indoor and Outdoor Environments of Childcare Facilities. *PLoS ONE* 10, e0126960.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126960>

Soekiman, S., 2015. *MIKROBIOLOGI KEDOKTERAN*. Sagung Seto, Jakarta.

Soleimani, Z., Goudarzi, G., Naddafi, K., Sadeghinejad, B., Latifi, S.M., Parhizgari, N., Alavi, N., Babaei, A.A., Akhoond, M.R., Khaefi, M., Rad, H.D., Mohammadi, M.J., Shahsavani, A., 2013. Determination of culturable indoor airborne fungi during normal and dust event days in Ahvaz, Iran. *Aerobiologi* 29, 279-290.
<https://doi.org/10.1007/s10453-012-9279-6>

Songer, J.G., 2010a. Histotoxic Clostridia, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 203-209.
<https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch12>

Songer, J.G., 2010b. Enteric Clostridia, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 211-229.
<https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch13>

Sorkheh, M., Asgari, H.M., Zamani, I., Ghanbari, F., 2022. The Relationship Between Dust Sources and Airborne Bacteria

in the Southwest of Iran. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 29, 82045–82063. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21563-6>

Sudarmono, P.P., 2016. Mikrobioma: Pemahaman Baru tentang Peran Mikroorganisme dalam Kehidupan Manusia. *EJournal Kedokt. Indones.* 4, 71–5. <https://doi.org/10.23886/ejki.4.6291.71-5>

Susanto, A.D., Sanie, D.K., Fitriani, F., 2019. Dampak Bioaerosol terhadap Pernapasan. *J. Kedokt. Univ. Lampung* 3, 272–282. <https://doi.org/10.23960/jkunila32272-282>

Tifanis, R.A.M., 2019. PERBEDAAN JUMLAH *Staphylococcus* sp. DAN *Streptococcus* sp. PADA ANAK-ANAK RHINITIS ALERGI DAN NON RHINITIS ALERGI Studi pada Mukosa Hidung Pasien Anak-anak Rhinitis Alergi (undergraduate). Universitas Islam Sultan Agung. https://doi.org/10/daftar_pustaka.pdf

Timoney, J.F., 2010. *Streptococcus*, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 51–73. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch4>

Tortora, G.J., Funke, B.R., Case, C.L.T.A.-T.T.-, 2010. *Microbiology: an introduction*. <https://doi.org/LK> - <https://worldcat.org/title/765611423>

Waner, T., Mahan, S., Kelly, P., Harrus, S., 2010. *Rickettsiales*, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 589–621. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch31>

Westman, E.L., Matewish, J.M., Lam, J.S., 2010. *Pseudomonas*, in: *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 443–468. <https://doi.org/10.1002/9780470958209.ch23>

- WHO, 2022. Food safety [WWW Document]. World Health Organ. URL <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (accessed 10.28.23).
- Xia, Z., Bai, E., Wang, Q., Gao, D., Zhou, J., Jiang, P., Wu, J., 2016. Biogeographic Distribution Patterns of Bacteria in Typical Chinese Forest Soils. *Front. Microbiol.* 7.
- Yulipriyanto, Y., 1990. MIKROORGANISME TANAH SEBAGAI SUMBER BELAJAR MIKROBIOLOGI DAN SUMBANGANNYA BAGI MANUSIA. *J. Cakrawala Pendidik.* 1. <https://doi.org/10.21831/cp.v1i1.8694>

BAB 4

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI

apt. Fitriana, S.Farm., M.Si

A. Pengertian

Ada sekitar 10.000 spesies mikroba yang telah diberi nama. Diperkirakan ada 10.000 hingga 100.000 spesies yang belum teridentifikasi untuk setiap spesies yang teridentifikasi. Tidak hanya ada banyak jenis bakteri, ada banyak bakteri individu. Satu sendok tanah dapat mengandung 100 juta bakteri. Pengikisan gusi Anda dapat menghasilkan 1 juta bakteri per cm² (1 cm² kira-kira seukuran kuku jari Anda). Bakteri di dalam dan di tubuh kita membentuk sekitar 10% dari berat badan kering kita.

Sebagian besar spesies bakteri yang diketahui saat ini telah diidentifikasi menggunakan teknik mikrobiologi tradisional seperti reaksi pewarnaan gram, morfologi, dan reaksi metabolisme. Bakteri jarang hidup sendiri, melainkan dalam komunitas dengan bakteri lain. Hal ini berlaku baik di lingkungan maupun di dalam dan di dalam tubuh kita. Kelas ini berfokus pada peran bakteri dalam penyakit. Mengisolasi satu spesies bakteri adalah langkah pertama dalam mengidentifikasi bakteri yang mungkin bertanggung jawab atas suatu proses penyakit.

Persyaratan pertama untuk mengisolasi bakteri secara fisik adalah bakteri tersebut dapat dibiakkan di laboratorium. Hal ini membutuhkan pengetahuan tentang suhu optimal untuk pertumbuhan, kebutuhan oksigen optimal, dan kebutuhan

5) Verifikasi Hasil

Hasil analisis sekuensi DNA seringkali memerlukan verifikasi dengan metode lain atau perbandingan dengan data sekuen referensi. Ini penting untuk memastikan bahwa identifikasi bakteri yang akurat diperoleh.

b. Interpretasi Hasil

- 1) Hasil analisis genetik memberikan identifikasi bakteri berdasarkan informasi genetiknya. Ini biasanya memberikan identifikasi yang sangat spesifik hingga tingkat spesies atau subspecies.
- 2) Metode analisis genetik sangat berguna untuk mengidentifikasi bakteri yang mungkin sulit dibedakan berdasarkan sifat fisik atau biokimia saja. Ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi bakteri yang tidak dapat diperbanyak dalam kultur.
- 3) Analisis genetik juga memungkinkan untuk mengidentifikasi bakteri yang baru ditemukan atau varietas yang tidak dikenal sebelumnya.
- 4) Kelebihan analisis genetik adalah kemampuannya untuk memberikan identifikasi yang sangat spesifik dan dapat diterapkan pada berbagai jenis sampel, termasuk sampel lingkungan, makanan, dan klinis.

D. Daftar Pustaka

- Gerard J. Tortora, B.R.F., 2006. *Microbiology: An Introduction*. Benjamin Cummings, San Francisco.
- Levinson, W.E., Chin-Hong, P., Joyce, E.A., Nussbaum, J., Schwartz, B., 2018. *Review of Medical Microbiology and Immunology, Fifteenth Edition*. McGraw Hill Professional.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Stahl, D.A., Clark, D.P., 2010. *Brock Biology of Microorganisms, 13th edition*. ed. Benjamin Cummings, San Francisco.

- Ruan, J., 2013. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (second edition) Volume 5 and the study of Actinomycetes systematic in China. *Wei Sheng Wu Xue Bao* 53, 521–530.
- Tortora, G.J., Berdell R, F., Christine L, C., 2010. *Microbiology: an introduction*, 10th ed. ed. Benjamin Cummings.
- Willey, J.M., Sherwood, L.M., Woolverton, C.J., 2014. *Prescott's microbiology*. McGraw-Hill.

BAB 5

GENETIKA BAKTERI

apt. Ruslil, S.Si., M.Si

A. Pengantar

Genetika bakteri merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana informasi genetik ditransmisikan, dari bakteri tertentu ke keturunannya atau antara strain bakteri hibrida, bagaimana informasi genetik diungkapkan, dan bagaimana informasi genetik ditransmisikan. Penularan (genotipe) menentukan fisiologi (fenotipe) bakteri bakteri. Terkadang, variasi genetik atau transfer informasi genetik antar bakteri menimbulkan mutasi. Besarnya populasi bakteri memastikan bahwa fenomena genetik yang sangat langka pun dapat terjadi. Variasi genetik ini memungkinkan anggota individu dari populasi bakteri yang besar dengan cepat mengembangkan karakteristik baru. Di laboratorium, variasi genetik dimanfaatkan untuk mempelajari sifat-sifat bakteri, mengeksplorasi dasar-dasar transfer dan ekspresi gen, dan menciptakan mutan dengan karakteristik yang diinginkan.

Ciri khas genetika bakteri yaitu kemampuannya menganalisis populasi sel yang sangat besar untuk mengidentifikasi fenomena genetik langka. Meskipun banyak trik genetik telah dikembangkan untuk tujuan tertentu, terutama untuk bakteri, genetika bakteri bergantung pada alat yang relatif sempit untuk membedah struktur dan fungsi gen bakteri. Alat penting ini mencakup isolasi mutan, kemampuan untuk mentransfer gen antar strain bakteri, kemampuan untuk

D. Daftar Pustaka

- Benedict, M.N., Henriksen, J.R., Metcalf, W.W., Whitaker, R.J., Price, N.D., 2014. ITEP: An integrated toolkit for exploration of microbial pan-genomes. *BMC Genomics* 15, 8. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-8>
- Clark, D.P., Pazdernik, N.J., McGehee, M.R., 2019. Chapter 28 - Bacterial Genetics, in: Clark, D.P., Pazdernik, N.J., McGehee, M.R. (Eds.), *Molecular Biology* (Third Edition). Academic Cell, pp. 896–924. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813288-3.00028-8>
- Iranzadeh, A., Mulder, N.J., 2019. Bacterial Pan-Genomics, in: Tripathi, V., Kumar, P., Tripathi, P., Kishore, A. (Eds.), *Microbial Genomics in Sustainable Agroecosystems: Volume 1*. Springer, Singapore, pp. 21–38. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8739-5_2
- Leclerc, Q.J., Wildfire, J., Gupta, A., Lindsay, J.A., Knight, G.M., 2022. Growth-Dependent Predation and Generalized Transduction of Antimicrobial Resistance by Bacteriophage. *mSystems* 7, e00135-22. <https://doi.org/10.1128/msystems.00135-22>
- Lorenz, M.G., Wackernagel, W., 1994. Bacterial gene transfer by natural genetic transformation in the environment. *Microbiol Rev* 58, 563–602.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Bender, K.S., Buckley, D.H., Stahl, D.A., Brock, T., 2014. *Brock Biology of Microorganisms*, 14th edition. ed. Pearson, Boston.
- Makky, S., Dawoud, A., Safwat, A., Abdelsattar, A.S., Rezk, N., El-Shibiny, A., 2021. The bacteriophage decides own tracks: When they are with or against the bacteria. *Curr Res Microb Sci* 2, 100050. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100050>
- Maloy, S., 2013. Bacterial Genetics, in: Levin, S.A. (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity* (Second Edition). Academic

Press, Waltham, pp. 317–325.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00431-7>

Piscon, B., Pia Esposito, E., Fichtman, B., Samburski, G., Efremushkin, L., Amselem, S., Harel, A., Rahav, G., Zarrilli, R., Gal-Mor, O., 2023. The Effect of Outer Space and Other Environmental Cues on Bacterial Conjugation. *Microbiol Spectr* 11, e03688-22.
<https://doi.org/10.1128/spectrum.03688-22>

Virolle, C., Goldlust, K., Djermoun, S., Bigot, S., Lesterlin, C., 2020. Plasmid Transfer by Conjugation in Gram-Negative Bacteria: From the Cellular to the Community Level. *Genes* (Basel) 11, 1239.
<https://doi.org/10.3390/genes11111239>

Watson, B.N.J., Staals, R.H.J., Fineran, P.C., 2018. CRISPR-Cas-Mediated Phage Resistance Enhances Horizontal Gene Transfer by Transduction. *mBio* 9, e02406-17.
<https://doi.org/10.1128/mBio.02406-17>

BAB

6

NUTRISI BAKTERI

Tacik Idayanti, S.ST, S.Si

A. Nutrisi Bakteri

Nutrisi adalah substansi organik yang diperlukan mikroba untuk pertumbuhan yang didapatkan dari unsur organik atau anorganik dan cairan yang diserap oleh sel. Sumber nutrisi dibutuhkan sel mikroba untuk penggabungan bahan sel dan untuk memperoleh energi. Mikroba memperoleh unsur organik dan organik dari lingkungan untuk keberlangsungan hidupnya. Nutrisi digunakan makhluk hidup dalam biosintesis dan produksi energi. Kebutuhan nutrisi mikroorganisme untuk memperbarui sitoplasma dan melakukan aktivitas metabolisme, mereka membutuhkan media suplementasi dengan sumber energi. Nutrisi seimbang berperan penting dalam patogenesis mikroba (Hood and Skaar, 2012). Komposisi medium secara signifikan mempengaruhi perkembangan sel dan akumulasi produk metabolisme, menjadikan seleksi kebutuhan nutrisi penting untuk pengembangan bioproses (Goncalves *et al.*, 2013).

B. Fungsi Nutrisi

Dalam reaksi bioenergetik fungsi nutrisi sebagai asal energi, senyawa penyusun sel juga sebagai penerima elektron. Yang berupa sumber energi, sumber karbon, sumber penerima elektron, sumber mineral, grow factor dan nitrogen. Penggunaan sumber energi diatas memberikan dampak terjadinya perubahan kimia dalam sel karena aktivitasnya. Untuk mendapatkan energi dan membentuk materi baru,

atau mengganggu perilaku atau fisiologi spesies lain, atau menimbun sumberdaya yang membuat spesies lain kekurangan nutrisi (Cook, LaSarre and Federle, 2013), (Cruz *et al.*, 2013).

H. Daftar Pustaka

- Ahmad, Y. (2015) 'Nutrisi dan medium kultur mikroba'. Available at: <https://www.slideshare.net/ekoittihad/nutrisi-dan-medium-kultur-mikroba>.
- Bassler, M. B. M. and B. L. (2001) 'QUORUM SENSING IN BACTERIA Melissa', *Annual Review of Microbiology*, 39(4), pp. 242–244. doi: doi.org/10.1146/annurev.micro.55.1.165.
- Cook, L. C., LaSarre, B. and Federle, M. J. (2013) 'Interspecies communication among commensal and pathogenic streptococci', *mBio*, 4(4). doi: [10.1128/mBio.00382-13](https://doi.org/10.1128/mBio.00382-13).
- Cruz, M. R. *et al.* (2013) 'Enterococcus faecalis inhibits hyphal morphogenesis and virulence of *Candida albicans*', *Infection and Immunity*, 81(1), pp. 189–200. doi: [10.1128/IAI.00914-12](https://doi.org/10.1128/IAI.00914-12).
- Dessyre M. Nendissa, M. (2021) *Dasar-Dasar Mikrobiologi Dan Penerapannya*, Widina Bhakti Persada Bandung.
- DiFonzo, N. and Bordia, P. (1998) 'Reproduced with permission of the copyright owner . Further reproduction prohibited without', *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 130(2), p. 556. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2012.05.050>.
- Ghina, A. (2017) 'Kebutuhan nutrisi bakteri', *Bakteriologi*, p. 8. Available at: <https://idoc.pub/documents/kebutuhan-nutrisi-bakteri-3no7px09xgld>.
- Goncalves *et al.* (2013) 'Optimization of cultivation conditions for extracellular lipase production by *Yarrowia lipolytica* using response surface method', *African Journal of*

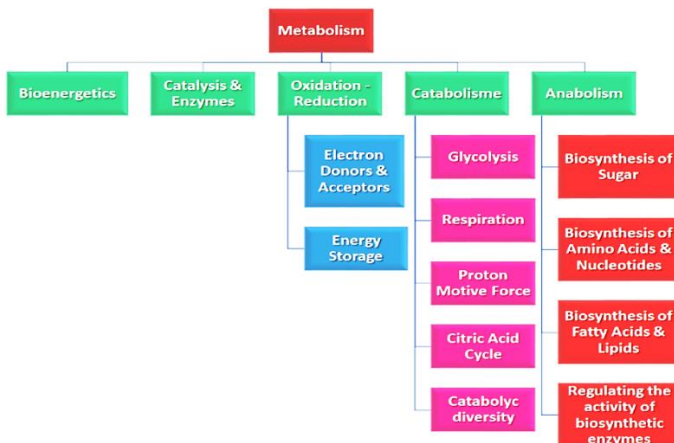
- Biotechnology, 12(17), pp. 2270–2278. doi: 10.5897/ajb2012.3019.
- Hood, M. I. and Skaar, E. P. (2012) 'Nutritional immunity: Transition metals at the pathogen-host interface', *Nature Reviews Microbiology*, 10(8), pp. 525–537. doi: 10.1038/nrmicro2836.
- Jawetz, Melnick, & A. (2015) *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology Twenty-Seventh Edition.*, Medical Microbiology. Available at: <http://www.thieme-connect.de/products/ebooks/abstract/10.1055/b-0034-71555>.
- Mayasari, U. (2020) *Mikrobiologi*.
- Mikrobiologi, V. (2020) 'Pertumbuhan Mikroba Modul Mikrobiologi Virologi Ke-6'.
- Murray, J. L. *et al.* (2014) 'Mechanisms of synergy in polymicrobial infections', *Journal of Microbiology*, 52(3), pp. 188–199. doi: 10.1007/s12275-014-4067-3.
- Ngatirah (2017) *Mikrobiologi Umum*. 1st edn. Yogyakarta: INSTIPER YOGYAKARTA.
- Ramsey, M. M., Rumbaugh, K. P. and Whiteley, M. (2011) 'Metabolite cross-feeding enhances virulence in a model polymicrobial infection', *PLoS Pathogens*, 7(3), pp. 1–8. doi: 10.1371/journal.ppat.1002012.
- Sitompul (2016) 'Nutrisi dan Pertumbuhan Organisme'.
- Surinder Kumar (2012) *Textbook of Microbiologi*. 1st edn, JAYPEE BROTHERS MEDICAL PUBLISHERS (P) LTD. 1st edn. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. Available at: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=ikl-ds56O4EC&oi=fnd&pg=PR1&ots=fjQA7kTDMT&sig=ySRNRatsfQeWtLxtOnsHvw961i4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

BAB 7 | METABOLISME BAKTERI

Vector Stephen Dewangga, S.Si., M.Si

A. Pendahuluan

Metabolisme adalah keseluruhan reaksi kimia yang terjadi di dalam sel untuk kelangsungan hidup sel. Metabolisme dibagi menjadi dua jenis: katabolisme dan anabolisme (Prescott *et al.*, 2002). Katabolisme mencakup proses pengumpulan energi yang diperoleh dari pemecahan senyawa (contoh: glukosa), lalu energi hasil pemecahan senyawa tersebut digunakan untuk membentuk ATP. Sedangkan, anabolisme, atau biosintesis, mencakup proses pemanfaatan energi yang disimpan dalam bentuk ATP, yang disintesis dan dirakit subunit, atau bahan penyusun, makromolekul yang digunakan untuk membentuk sel (Brooks *et al.*, 2012)



Gambar 7. 1. Bagan Metabolisme

Belanda Martinus Beijerinck. Fiksasi nitrogen biologis (BNF) terjadi ketika nitrogen di atmosfer diubah menjadi amonia oleh enzim yang disebut nitrogenase. Nitrogenase adalah enzim yang digunakan oleh beberapa organisme untuk memfiksasi gas nitrogen di atmosfer (N_2). Hanya ada satu keluarga enzim yang diketahui mampu menyelesaikan proses ini. Semua nitrogenase memiliki kofaktor yang mengandung besi – dan sulfur yang mencakup kompleks heterometal di situs aktifnya (misalnya, FeMoCo). Pada sebagian besar spesies, kompleks heterometal ini memiliki atom molibdenum pusat. Namun, pada beberapa spesies digantikan oleh atom vanadium atau besi. Enzim yang bertanggung jawab atas aksi nitrogenase sangat rentan terhadap kerusakan oleh oksigen. Banyak bakteri menghentikan produksi enzim dengan adanya oksigen. Banyak organisme pengikat nitrogen hanya hidup dalam kondisi anaerobik, bernapas untuk menurunkan kadar oksigen, atau mengikat oksigen dengan protein.

H. Daftar Pustaka

- Baker, S., Nicklin, J., Griffiths, C., & Griffiths, C. (2011). *BIOS Instant Notes in Microbiology 4th Edition* (4th ed.). Garland Science, Taylor & Francis Group, LLC.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., & Morse, S. A. (2012). *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology 27th Edition* (27th ed.). McGraw-Hill Publisher.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., & Clark, D. P. (2011). *Brock Biology of Microorganisms 13th Edition* (13th ed.). Pearson Education.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2002). *Microbiology 5th Edition* (5th ed.). McGraw-Hill Companies.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2010). *Microbiology: An Introduction 10th Edition* (10th ed.). Pearson.

BAB

8

MIKROFLORA NORMAL

Manggiasih Dwiayu Larasati, S.ST., M.Biomed

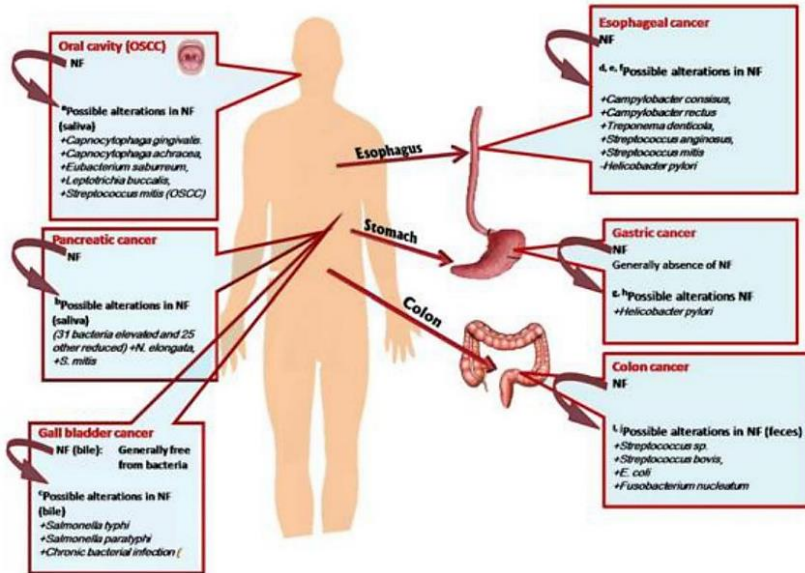
A. Pendahuluan

Tanpa kita sadari bahwa mikroorganisme banyak terdapat disekitar kita, bahkan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari pada manusia. Tetapi karena ukurannya yang kecil, mikroorganisme atau mikroba hanya dapat diamati dengan mikroskop. Mereka dapat hidup di dalam air, udara, tanah, ataupun di dalam tubuh makhluk hidup. Namun, mikroba yang tinggal di dalam tubuh manusia secara alamiah disebut mikroflora normal, atau mikrobiota (Budiyanto, 2005). Kita ketahui, dari seluruh mikroorganisme yang ada di alam, pada dasarnya hanya sebagian kecil saja yang merugikan manusia karena menyebabkan suatu penyakit atau bersifat patogen.

B. Konsep Dasar Mikroflora Normal

Mikroflora normal merupakan sekelompok mikroorganisme yang secara alami berada di dalam tubuh manusia normal dan sehat. Mayoritas mikroflora normal yang ada didalam tubuh manusia adalah bakteri. Namun beberapa jenis protozoa, jamur, dan virus juga dapat ditemukan dalam diri orang sehat. Mikroflora normal dalam tubuh manusia pada umumnya tidak bersifat patogen. Tetapi, jika mereka terganggu maka dapat berubah menjadi bakteri patogen oportunistik dan menimbulkan penyakit.

Selain itu, perubahan sifat mikroflora normal dalam tubuh manusia juga berpotensi untuk memicu perkembangan sel kanker, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.5 sebagai berikut:



Gambar 8. 5. Perubahan sifat mikroflora normal dalam tubuh manusia potensial memicu perkembangan sel kanker (Khan, Abhinav and Mohsin, 2012)

H. Daftar Pustaka

- Bauman, W. (2012) *Microbiology with Diseases by Body System*, 3th Edition. San Fransisco: Pearson.
- Budiyanto, M. (2005) *Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Carding, S. *et al.* (2015) 'Dysbiosis of the gut microbiota in disease', *Microbial Ecology in Health & Disease*, 26(0). doi: 10.3402/mehd.v26.26191.
- Op de Coul, E. L. M. *et al.* (2021) 'Chlamydia trachomatis, Neisseria gonorrhoea, and Trichomonas vaginalis infections among pregnant women and male partners in Dutch midwifery practices: prevalence, risk factors, and

- perinatal outcomes', *Reproductive health*, 18(1), p. 132.
doi: 10.1186/s12978-021-01179-8.
- FKUI, S. P. (2002) *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Revisi.
Jakarta: FKUI.
- Harvey, R., Champe, P. and Fisher, B. (2007) *Microbiology*, 2nd
Edition. USA: Lippincott Williams and Wilkins.
- Jawetz, Melnick, A. and Adelbergs (2012) *Mikrobiologi
Kedokteran*. Alih Bahasa Nugroho Edi, Maulany RF. 25th
edn. Jakarta: EGC.
- Kayser, F. H. *et al.* (2005) *Medical Microbiology*. Stuttgart, New
York: Thieme.
- Kenneth, J. and George, C. (2014) *Sherris: Medical Microbiology*,
6th Edition. USA: McGraw-Hill Education.
- Khan, A., Abhinav, S. and Mohsin, K. (2012) Normal to cancer
microbiome transformation and its implication in cancer
diagnosis. Elsevier. doi: doi:10.1016/j.bbcan.2012.05.005.
- Kuswiyanto (2015) *Bakteriologi 1: Buku Ajar Analisis Kesehatan*.
Edited by E. Mardella. Jakarta: EGC.
- McFarland, L. V. (2000) 'Normal flora: Diversity and functions',
Microbial Ecology in Health and Disease, 12(4), pp. 193-
207. doi: 10.1080/08910600050216183.
- Michael, T., John, M. and Jack, P. (2006) *Brock, Biology of
Microorganism*. Tenth. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Morgan, X., Nicola, S. and Curtis, H. (2013) 'Biodiversity and
Functional Genomics in The Human Microbiome', *Cell
Press*, 29(1), pp. 51-58.
- Prescott, L., Harley, J. and Aklein, D. (2014) *Microbiology*, 9th
Edition. USA: McGraw-Hill Companies Inc.
- Tamburini, S. *et al.* (2016) 'The microbiome in early life:
Implications for health outcomes', *Nature Medicine*, 22(7),
pp. 713-722. doi: 10.1038/nm.4142.

BAB 9

BAKTERI PATOGEN GRAM (+) KOKUS

Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed.

A. Pendahuluan

Bakteri merupakan mikroorganisme yang menduduki peran penting dalam kehidupan sehari-hari manusia. Dalam dunia bakteri, ada kelompok mikroorganisme yang memiliki karakteristik khusus dan sering kali menjadi penyebab berbagai penyakit pada manusia. Salah satu kelompok bakteri yang patogen adalah bakteri Gram positif kokus (Omeed Sizar; Stephen W. Leslie; Chandrashekhar G. Unakal., 2023). Bakteri Gram positif kokus adalah kelompok mikroorganisme berbentuk bulat yang memiliki sifat-sifat khusus yang memungkinkannya untuk menyebabkan infeksi dan penyakit pada manusia. Mereka mendapatkan nama "Gram positif" dari hasil pewarnaan Gram, yang menggambarkan kemampuan sel mereka untuk menahan pewarnaan ungu atau biru saat diberi perlakuan dengan agen penghilang warna. Ini berbeda dengan bakteri Gram negatif yang tidak mempertahankan pewarnaan tersebut (Wicaksana and Rachman, 2018).

Bakteri Gram positif kokus mencakup berbagai genus dan spesies, termasuk *Staphylococcus*, *Streptococcus*, dan *Enterococcus*. Kelompok bakteri ini dapat menyebabkan sejumlah penyakit yang beragam, termasuk infeksi kulit, pneumonia, penyakit pernapasan, infeksi saluran kemih, serta infeksi darah yang serius. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai karakteristik, patogenitas, dan pengobatan

Pengobatan dan manajemen infeksi harus dipersonalisasi sesuai dengan jenis dan tingkat keparahan infeksi, riwayat medis pasien, dan kepekaan antibiotik. Penting untuk berkonsultasi dengan dokter atau profesional kesehatan untuk diagnosis dan perencanaan pengobatan yang tepat (Mukrimaa *et al.*, 2016).

F. Daftar Pustaka

- Bratton, S. C. and Landreth, G. L. (2020) 'Study Guide', Child Parent Relationship Therapy (CPRT) Treatment Manual, pp. 94-171. doi: 10.4324/9780203956793-5.
- Gupta, P. and Diwan, B. (2017) 'Bacterial Exopolysaccharide mediated heavy metal removal: A Review on biosynthesis, mechanism and remediation strategies', *Biotechnology Reports*, 13, pp. 58-71. doi: 10.1016/j.btre.2016.12.006.
- Hamidah, M. N., Rianingsih, L. and Romadhon, R. (2019) 'Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Peda Dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap E. Coli Dan S. Aureus', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2), pp. 11-21. doi: 10.14710/jitpi.2019.6742.
- Ian R. Poxton (2015) 'Teichoic Acids, Lipoteichoic Acids and Other Secondary Cell Wall and Membrane Polysaccharides of Gram-Positive Bacteria', in *Molecular Medical Microbiology (Second Edition)*, pp. 91-103. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397169-2.00005-6>.
- Jain, A., Jain, R. and Jain, S. (2020) Thin Layer Chromatography of Amino Acid. doi: 10.1007/978-1-4939-9861-6_58.
- Levin, P. A. and Angert, E. R. (2015) 'Small but mighty: Cell size and bacteria', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 7(7), pp. 1-11. doi: 10.1101/cshperspect.a019216.
- Mandal, S. M. and Paul, D. (2022) Automation and Basic Techniques in Medical Microbiology, Automation and

Basic Techniques in Medical Microbiology. doi: 10.1007/978-1-0716-2372-5.

Matthew S. Karafin, MD, M. (2015) 'Pearls of Laboratory Medicine', Laboratory Medicine, pp. 1-6.

Mukrimaa, S. S. *et al.* (2016) Diagnostic Microbiology, Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar.

Omeed Sizar; Stephen W. Leslie; Chandrashekhar G. Unakal. (2023) 'Gram-Positive Bacteria', in StatPearls. Omeed Siza. statPearls Publishing, Treasure Island (FL). Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470553/>.

Romaniuk, J. A. H. and Cegelski, L. (2018) 'Peptidoglycan and Teichoic Acid Levels and Alterations in *Staphylococcus aureus* by Cell-Wall and Whole-Cell Nuclear Magnetic Resonance', *Biochemistry*, 57(26), pp. 3966-3975. doi: 10.1021/acs.biochem.8b00495.

Vazquez-Guillamet, C. and Kollef, M. H. (2014) 'Treatment of gram - positive infections in critically ill patients', *BMC Infectious Diseases*, 14(1), pp. 1-8. doi: 10.1186/1471-2334-14-92.

Wicaksana, A. and Rachman, T. (2018) *Medical Microbiology, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951-952. Available at: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.

Yusmaniar, Wardiyah and Nida, K. (2017) 'Mikrobiologi dan Parasitologi', Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, (1), pp. 1-77.

BAB 10

BAKTERI PATOGEN GRAM (+) BATANG

apt. Nurfitri Junita, M.Farm.

A. Pendahuluan

Bakteri merupakan mikroorganisme yang dapat ditemukan di berbagai lingkungan, dan sebagian besar dari mereka memiliki peran yang positif dalam ekosistem dan kehidupan manusia. Namun, ada sekelompok bakteri yang dikenal sebagai patogen yang dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Dalam kelompok ini, bakteri Gram positif batang memiliki karakteristik khusus yang membuatnya menjadi patogen potensial yang mengancam kesehatan manusia.

B. Karakteristik Bakteri Gram Positif Batang

Bakteri Gram positif batang adalah kelompok bakteri yang dapat diidentifikasi melalui pewarnaan Gram, sebuah metode pewarnaan yang digunakan untuk membedakan dua jenis bakteri utama, yaitu Gram positif dan Gram negatif. Bakteri Gram positif batang memiliki beberapa ciri khas, termasuk:

1. Memiliki Dinding Sel yang Tebal

Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal yang terdiri dari peptidoglikan. Lapisan dinding sel yang tebal ini memberikan mereka kekuatan dan ketahanan terhadap tekanan osmotik yang tinggi.

2. Tidak Memiliki Membran Sel Luar

Salah satu perbedaan utama antara bakteri Gram positif dan Gram negatif adalah bahwa bakteri Gram positif tidak

- c. Gejala Listeriosis
 - 1) Gejala listeriosis dapat bervariasi dari ringan hingga parah.
 - 2) Gejala umumnya meliputi demam, mual, muntah, diare, dan nyeri otot.
 - 3) Pada kasus yang parah, listeriosis dapat menyebabkan infeksi otak (ensefalitis) atau peradangan pada selaput otak (meningitis), yang dapat mengancam jiwa.
- d. Pencegahan dan Pengobatan:
 - 1) Pencegahan listeriosis dilakukan dengan menjaga kebersihan makanan, memasak makanan dengan benar, dan menghindari konsumsi produk yang berisiko tinggi, terutama bagi wanita hamil, bayi baru lahir, dan individu dengan sistem kekebalan yang melemah.
 - 2) Pengobatan listeriosis melibatkan pemberian antibiotik seperti ampisilin atau sefotaksim.

D. Daftar Pustaka

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2021a. Anthrax [WWW Document]. U.S. Department of Health & Human Services. URL <https://www.cdc.gov/anthrax/index.html> (accessed 10.8.23).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2021b. Tetanus Disease (Lockjaw) | CDC [WWW Document]. U.S. Department of Health & Human Services. URL <https://www.cdc.gov/tetanus/index.html> (accessed 10.8.23).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2021c. Botulism [WWW Document]. U.S. Department of Health & Human Services. URL <https://www.cdc.gov/botulism/index.html> (accessed 10.8.23).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2021d. *C. perfringens* [WWW Document]. U.S. Department of Health & Human Services. URL <https://www.cdc.gov/foodsafety/diseases/clostridium-perfringens.html> (accessed 10.12.23).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2021e. Diphtheria | CDC [WWW Document]. U.S. Department of Health & Human Services. URL <https://www.cdc.gov/diphtheria/index.html> (accessed 10.8.23).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2021f. Listeria (Listeriosis) | Listeria | CDC [WWW Document]. U.S. Department of Health & Human Services. URL <https://www.cdc.gov/listeria/index.html> (accessed 10.8.23).

Luis M. de la Maza, M.T.P.C.E.B.E.M.P., 2020. *Color Atlas of Medical Bacteriology*, Third. ed. ASM Press, Washington DC.

BAB 11

BAKTERI PATOGEN GRAM (-) KOKUS

**Anita Dwi Anggraini, S.ST., M.Si **

A. Pendahuluan

Bakteri adalah mikroba prokariotik yang uniseluler, ukuran sel-sel hanya beberapa mikron. Bakteri sangat bervariasi tergantung masing-masing spesiesnya sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan berkembang biak dengan cara aseksual dengan pembelahan sel. Bakteri hidup secara bebas, parasit, saprofit, sebagai patogen pada manusia, hewan dan tumbuhan. Walaupun bentuknya bermacam-macam, tetapi pada dasarnya strukturnya terdiri atas dinding sel, membran sitoplasma, sitoplasma, serta inti sel (Riskawati, 2016). Berdasarkan perbedaannya di dalam menyerap zat warna Gram, bakteri dibagi atas dua golongan yaitu bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif. Bakteri Gram positif berwarna ungu karena kompleks kristal violet-iodin tetap dipertahankan. Sedangkan bakteri Gram negatif berwarna merah karena kompleks warna kristal violet-iodin larut oleh alkohol, lalu menyerap zat warna kedua yaitu safranin. Perbedaan hasil dalam pewarnaan tersebut disebabkan perbedaan struktur, terutama dinding sel kedua kelompok bakteri tersebut (Sari, 2014).

Jenis bakteri yang termasuk dalam kelompok ini adalah: famili Pseudomonadaceae (Pseudomonas, Xanthomonas, Gluconobacter), famili Halobacteriaceae (Halobacterium, Halococcus), famili tidak menentu (Alcaligenes, Acetobacter, Brucella). Semua bakteri yang termasuk dalam kelompok ini bersifat aerobik, dan sering ditemukan pada makanan. Brucella,

dilakukan untuk membantu pemilihan terapi antimikroba (Nugroho, 2010).

Pseudomonas fluorescens mampu mengkoloni dan beradaptasi dengan baik pada akar tanaman. *P. fluorescens* menggunakan eksudat akar untuk mensintesis metabolit yang mampu menghambat pertumbuhan dan aktivitas patogen atau menginduksi ketahanan sistemik tanaman terhadap patogen. Setiap isolat *P. Fluorescens* yang diisolasi dari rizosfer yang berbeda memiliki daya hambat yang berbeda beda pula. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi beberapa isolat *P. fluorescens* dalam mengendalikan patogen jamur *R. solani*.

2. *Gluconobacter* dan *Acetobacter* Jenis *Gluconobacter* (dulu disebut *Acetomonas*), dan *Acetobacter*, bersifat motil (polar) atau nonmotil, dan memproduksi asam asetat dan etanol. Spesies yang sering digunakan dalam industri asam asetat (cuka) adalah *G. suboxydans* dan *A. aceti*.
3. *Halobacterium* dan *Halococcus* *Halobacterium* dan *Halococcus* termasuk dalam kelompok bakteri yang bersifat halofilik, yaitu bakteri yang dapat tumbuh pada konsentrasi NaCl dengan kisaran 3,5% sampai jenuh. Bakteri ini ditemukan dalam air laut dan garam.
4. *Alcaligenes* merupakan bakteri yang sering menimbulkan masalah dalam pendinginan makanan, karena bakteri ini bersifat psikrotropik. Kebanyakan spesies bakteri ini bersifat proteolitik, yaitu memecah protein menjadi asam amino, pepton, kemudian amonia; sehingga menghasilkan alkali.

B. Daftar Pustaka

- Slama, Karim B, Skander G, Ahlem J, Meriem M, Chedlia F, *et al*.
Epidemiology of *pseudomonas aeruginosa* in intensive care unit and otolaryngology department of a tunisian hospital. *African Journal of Microbiology Research*. 2011;5(19):1.
- Harniza Y. Pola resistensi bakteri yang diisolasi dari bangsal bedah rumah sakit umum pusat nasional Cipto

- Mangunkusumo Periode Tahun 2003-2006 (minithesis). Jakarta; Universitas Indonesia; 2009.
- Salingga I. Obat Generik (Don't Judge it By The Name!). Chem ITB Article. 2011: 2-3.
- FDA (U.S. Food and Drug Administration). Facts about generic drugs. Med J USA. 2012: 1-4.
- Happy S. Pola kepekaan kuman *Staphylococcus aureus* terhadap antibiotika generik dan non generik (minithesis). Padang: Universitas Andalas; 2007.
- Nagara GK. Uji sensitivitas kuman *Pseudomonas aeruginosa* terhadap cefoperazon-as. klavulanat sediaan generik dibandingkan dengan bernama dagang (minithesis). Padang: Universitas Andalas; 2007.
- Andrea D. Penggunaan antibiotik irasional [serial online] 2011 (diunduh tanggal 2 Juli 2013). Tersedia dari: URL: HYPERLINK <http://digilibunimus.ac.id>.

BAB 12

BAKTERI PATOGEN GRAM (-) BATANG

Drs. Edy Haryanto, M.Kes

Jenis bakteri yang termasuk dalam kelompok ini adalah famili: Enterobacteriaceae, Vibrionaceae. Masing-masing bakteri dari famili ini memiliki beberapa genus

A. Enterobacteriaceae

1. E.coli

Jenis *Escherichia*, *Enterobacter* (dahulu disebut *Aerobacter*) dan *Klebsiella*, disebut kelompok bakteri koli (koliform). Jenis *Escherichia*, hanya memiliki satu spesies yaitu *E. coli*, dan disebut koliform fekal, karena ditemukan di dalam saluran usus hewan dan manusia, sehingga sering ditemukan dalam feses. Bakteri *E. coli*, sering digunakan sebagai indikator kontaminasi kotoran. Dalam dunia mikrobiologi, *Escherichia coli* ini termasuk klasifikasi sebagai bakteri Gram-negatif berbentuk batang dan masuk dalam keluarga Enterobacteriaceae. Dalam banyak literatur bakteri *Escherichia coli* ini menghuni saluran usus bagian bawah hewan berdarah panas, termasuk manusia. Keberadaan *Escherichia coli* itu sering dibuang ke lingkungan melalui feses atau limbah cair. Atas dasar inilah, salah satu dasar keberadaan *Escherichia coli* di lingkungan perairan telah lama dianggap sebagai indikator pencemaran tinja. Menariknya, akhir-akhir ini banyak penelitian yang melaporkan bahwa beberapa strain spesifik *Escherichia coli* dapat bertahan hidup untuk jangka waktu yang lama. Hebatnya lagi, *Escherichia coli* ini berpotensi

diare encer dan berdarah. Infeksi cenderung merendah secara spontan dalam waktu 1-4 hari tanpa terapi selain pemulihan keseimbangan air dan elektrolit (Jawetz, 2007). *Vibrio parahaemolyticus* merupakan merupakan bakteri jenis patogen yang dapat hidup pada tingkat garam tinggi. Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* bersifat anaerob fakultatif yang artinya mampu hidup menggunakan oksigen atau tanpa menggunakan oksigen (Yuhantaka, 2018). Untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio parahaemolyticus* untuk pembudidaya ikan banyak mengandalkan obat atau antibiotik seperti oxytetracycline, tetracycline, quinolones, sulphonamides dan sulphonamides dan trimethoprim. Akan tetapi, penggunaan antibiotik secara terus menerus dan tak terkendali memicu adanya resistensi. Selain berdampak buruk bagi lingkungan, kelangsungan hidup ikan dan kesehatan manusia resistensi antibiotik turut memicu jatuhnya harga produk-produk perikanan di pasar internasional akibat residu antibiotik (Yunuhar dkk, 2020).

C. Daftar Pustaka

- Ryan KJ. *Vibrio, Campylobacter, and Helicobacter*. Dalam: Ryan KJ, Ray CG. *Sherris Medical Microbiology*. Edisi ke-4. USA: McGraw-Hill, 2004; h. 373- 378.
- Amelia S. *Vibrio Cholerae*. Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara Medan. In press 2005. 3. Todar, K. *Vibrio Cholerae and Asiatic Cholera*. 2009. (Diakses: 9 Januari 2011) Diunduh dari: URL:<http://www.textbookofbacteriology.net/cholera.html> 4.
- Baron EJ, Peterson LR, Finegold SM. *Vibrio and Related Species, Aeromonas, Plesiomonas, Campylobacter, Helicobacter, and others*. Dalam: Baron EJ, Peterson LR, Finegold SM. *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. Edisi ke9. USA: Mosby, 1994; h. 429-433.

- Handa S. Cholera. (Diakses: 9 Januari 2011) Diunduh dari: URL:<http://emedicine.medscape.com/article/214911-overview.htm> 6. Mims C, dkk. Pathogen Parade, Genus *Vibrio*. Dalam: Mims, C dkk. Medical Microbiology. Edisi ke-3. Spain: Elsevier, 2004; h. 603 .
- Spicer WJ. *Vibrio*, *Campylobacter*, *Helicobacter*, *Aeromonas*, *Plesiomonas*. Dalam: Spicer WJ. Clinical Microbiology and Infectious Diseases. Edisi ke-2. China: Elsevier, 2008; h. 50-51
- Matson JS, Withey JH, DiRita VJ. Regulatory Networks Controlling *Vibrio cholerae* Virulence Gene Expression. *Infection and Immunity*. 2007; 75(12): 5542-49.
- Sinaga P. Menuju Pasar yang Berorientasi pada Perilaku Konsumen. Pertemuan Nasional tentang Pengembangan Pasar Tradisional oleh Koperasi dan UKM; 2008 12-14 Agustus; Puncak, Bandung.
- Shawyer M, Medina Pizzali AF. The use of ice on small fishing vessels. FAO Fisheries Technical Paper: Rome; 2003. 11. Anonym. 2010. Laboratory Methods for the Diagnosis of *Vibrio cholerae* Chapter 4. Centers for Disease Control and Prevention. (Diakses: 2 November 2023).

BAB 13

PENGENDALIAN BAKTERI (STERILISASI, DESINFEKSI, ANTIBIOTIKA)

Saadah Siregar, S.Si., M.Kes

A. Pengendalian Mikroorganisme

Definisi Pengendalian mikroorganisme adalah segala kegiatan yang dapat menghambat, membasmi atau menyingkirkan mikroorganisme. Alasan utama untuk mengendalikan mikroorganisme yaitu mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi dan mencegah pembusukan serta kerusakan bahan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme dapat disingkirkan, dihambat atau dibunuh dengan metode fisik dan kimia, dalam penerapannya masing-masing metode mempunyai keterbatasan sehingga dipilih sesuai kondisi.

B. Metode Pengendalian Mikroorganisme

1. Metode Fisik

a. Panas lembab

Penggunaan suhu tinggi digabung dengan kelembaban tinggi merupakan salah satu metode paling efektif untuk mematikan mikroorganisme. Panas lembab mematikan mikroorganisme dengan cara mengkoagulasikan protein-proteinya. Panas lembab jauh lebih cepat dan efektif daripada panas kering. Uap bertekanan merupakan panas dalam bentuk uap jenuh bertekanan yang digunakan dalam sterilisasi. Uap bertekanan menyediakan suhu jauh diatas titik didih sehingga pemanasan dapat berlangsung lebih cepat, menghasilkan kelembaban yang tinggi

c. Mekanisme desinfeksi dengan UV

Radiasi ultraviolet merupakan suatu sumber energi yang mempunyai kemampuan untuk melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Sinar ultraviolet menyebabkan perubahan sel berupa denaturasi protein, kerusakan DNA dan hambatan replikasi DNA. Mekanisme kerja sinar ultraviolet adalah DNA bakteri mengabsorpsi sinar ultraviolet oleh asam nukleat tanpa menyebabkan kerusakan pada permukaan sel, energi yang diabsorpsi ini akan menyebabkan terjadinya ikatan antara molekul-molekul timin yang bersebelahan serta terbentuknya dimer timin pada rantai DNA sehingga replikasi DNA selama proses reproduksi tidak terjadi dan mengakibatkan kematian bakteri

Dimer timin akan menghalangi replikasi DNA normal dengan cara menutup jalan enzim replikasi. Dalam keadaan tersebut, system perbaikan yang cenderung salah dirangsang untuk mereplikasi sel melalui DNA yang rusak, inilah yang dinamakan mutasi sel, absorpsi radiasi sinar UV menyebabkan modifikasi kimiawi nucleoprotein dan menimbulkan hubungan silang antara pasangan pasangan molekul timin. Hubungan ini dapat menimbulkan salah baca dari kode genetika yang berakibat mutasi. Selanjutnya akan merusak atau memperlemah fungsi vital organisme dan kemudian mematikannya.

C. Daftar Pustaka

- Tille, P. M. (2017). Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology. In Basic Medical Microbiology (fourteenth, p. 45). St. Louis Missouri: Elsevier.
- Sari DF, Parnaadji RR, Sumono A. Pengaruh Teknik Desinfeksi dengan Berbagai Macam Larutan Desinfektan pada Hasil Cetakan Alginate Terhadap Stabilitas Dimensi. J Pustaka Kesehatan. 2013; 1(1): 29-34.

Dulaimi SF, Al-Wahab ZN. The Effect of Desinfectants On The Surface

Quality of Irreversible Hydrocolloid Impression Material and Gypsum Cast. Iraqi National J Nursing Specialities. 2012; 25(1): 95-100.

Hamdiyati, Y. 2011. Pertumbuhan dan Pengendalian Mikroorganisme
I.file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/196611031991012-YANTI_HAMDIYATI/Pertumbuhan_pada_mikroorganisme_1.pdf.

Diakses 4 Januari 2020.

Tuntun, M., dkk. 2018. Kendali Mutu. BPPSDM Kesehatan Edisi 2018.

Retnaningrum, E., dkk. 2017. Bahan Ajar Mikrobiologi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Cappuccino, J.G. dan Sherman, N. 2014. Manual Laboratorium Mikrobiologi Edisi Kedelapan. Alih Bahasa: Nur Miftahur Rahman. Jakarta: EGC.

BAB 14

PEWARNAAN BAKTERI

Nurfiddin Farid, S.Farm., M.Si

A. Teori Dasar Pewarnaan

Pewarnaan adalah sebuah Teknik yang digunakan untuk menentukan morfologi dan ukuran suatu mikroorganisme. Tidak semua jenis mikroorganisme memiliki kandungan zat warna, sehingga selnya dapat tembus oleh cahaya dan sulit untuk diamati. Oleh karena itu diperlukan Teknik pewarnaan untuk mengidentifikasi keberadaannya (Rahmawati, 2020).

Zat warna adalah senyawa kimia yang terdiri dari garam-garam dengan salah satu ion nya memiliki warna. Dalam garam, ada ion bermuatan positif dan negatif. Karena reaksinya dengan sel bakteri memberikan warna yang berbeda, senyawa-senyawa kimia ini membantu membedakan bakteri-bakteri. Perbedaan inilah yang membentuk pewarnaan bakteri. Dua kategori sel warna adalah asam dan basa. Zat warna basa didefinisikan sebagai zat warna yang memiliki muatan positif. Zat warna asam dapat ditemukan pada ion negatif. Sementara zat warna basa lebih mudah bereaksi dengan bagian inti sel, zat warna asam biasanya lebih cepat beradaptasi dengan sitoplasma sel. Beberapa faktor mempengaruhi pewarnaan bakteri; ini termasuk substrat, intensifikasi pewarnaan, fiksasi pelunturan warna, dan penggunaan zat penutup warna. Suatu preparat yang telah meresap suatu zat warna dicuci dengan alkohol, sehingga semua zat warna dihilangkan. Sebaliknya, ada juga bahan yang tidak terpengaruh oleh alkohol (Putri, Sukini and Yodong, 2017).

Siapkan Bakteri sebanyak satu kali usapan. Gunakan penjepit atau jepitan atau rak geser untuk menahan objek glass (Ted R and Johnson Christine L. Cas., 2014):

- a. Tutupi noda dengan kristal violet dan biarkan selama 30 detik (Gambar A).
- b. Cuci kaca objek secara hati-hati dengan air suling dari botol cuci. Jangan menyemprotkan air secara langsung pada noda (Gambar B).
- c. Tutupi apusan dengan iodium Gram selama 10 detik dan seterusnya (Gambar C).
- d. Cuci iodium dengan memiringkan kaca objek dan menyemprotkan air di atas olesan sehingga air mengalir di atas noda (Gambar D).
- e. Dekolorisasi dengan etanol 95% (Gambar E). Biarkan alkohol mengalir melalui noda sampai tidak banyak warna ungu yang hilang (biasanya 10 hingga 20 detik). Tingkat penghilangan warna tergantung pada ketebalan apusan. Ini adalah langkah penting. Jangan menghilangkan warna secara berlebihan. Namun, pengalaman adalah satu-satunya cara agar Anda dapat menentukan berapa lama penghilangan warna tersebut akan dilakukan. Noda yang sangat tebal bisa saja terjadi memberikan hasil yang tidak akurat.
- f. Segera cuci perlahan dengan air suling (Gambar F).
- g. Tambahkan safranin selama 30 detik (Gambar G).
- h. Cuci kaca objek dengan air suling, dan keringkan dengan handuk kertas atau kertas penyerap

F. Daftar Pustaka

- Dwijoseputro, D. (1989) Dasar-Dasar Mikrobiologi. Malang: Djambatan.
- Lay, B. (1994) Analisis Mikroba di Laboratorium. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Pelczar, M. and Chan, E.C.S. (1986) Dasar-Dasar Mikrobiologi. Jakarta: UI-PRESS.

- Putri, M.H., Sukini and Yodong (2017) Bahan Ajar Keperawatan Gigi : MIKROBIOLOGI. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Rahmawati, D. (2020) MIKROBIOLOGI FARMASI: Dasar-Dasar Mikrobiologi Untuk Mahasiswa Farmasi. Yogyakarta: PUSTAKA BARU PRESS.
- Ted R and Johnson Christine L. Cas. (2014) Laboratory Experiments in Microbiology. Pearson Education Limited.

BAB 15

BIAKAN MURNI

Erpi Nurdin, S.Si., M.Kes

A. Pendahuluan

Isolasi bakteri merupakan suatu cara untuk memisahkan atau memindahkan mikroba tertentu dari lingkungan sehingga diperoleh kultur atau biakan murni. ada beberapa cara umum yang dapat dilakukan dengan cara goresan (steak plate), cara taburan atau tuang (pour plate), serta micromanipulator (the micromanipulator methods). (lim,2001). Secara alami, bakteri di alam ditemukan dalam populasi campuran. Hanya dalam keadaan tertentu saja populasi ini ditemukan dalam keadaan tertentu saja populasi ini ditemukan dalam keadaan murni. Untuk dapat mempelajari sifat biakan, morfologi, dan sifat faalnya, maka organisme yang akan diteliti harus dapat dipisahkan. Ini berarti bahwa harus ada biakan murni yang hanya mengandung satu jenis bakteri saja (Jawetz, 2016)

Untuk memperoleh biakan murni dapat dilakukan pengenceran dengan menggunakan bahan cair atau padat. Pada mulanya digunakan gelatin sebagai bahan pematat. Teknik untuk memperoleh biakan murni ada 3 cara, yaitu: teknik penggoresan agar, teknik agar tuang, teknik agar sebar (Mahon, 2015)

B. Definisi Media

Media adalah suatu bahan yang terdiri dari campuran zat-zat hara (*nutrient*) yang Berguna untuk membiakkan mikroba. Dengan mempergunakan bermacam-macam media dapat dilakukan isolasi, perbanyakan, pengujian sifat-sifat fisiologis

H. Daftar Pustaka

- Brooks, GF., Carroll, KC., Butel, JS., Morse, SA., Inietzner TA (editor). 2013. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's; Medical Microbiology*. 26th edition. The McGraw-Hill, Lange.
- Brooks, GF., Carroll, KC., Butel, JS., Morse, SA., Inietzner TA (editor). 2016. *Jawetz, Melnick, & Adelberg's; Medical Microbiology*. 27th edition. The McGraw-Hill, Lange.
- Capuccino & Natalie. 2013. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. Edisi 8. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Mahon, CR. Lehman, DC., Manuselis, G (editors). 2015. *Texbook of Diagnostic Microbiology*. 5th editor. Saunders Elsevier-Missouri.

BAB 16

UJI BIOKIMIA BAKTERI

Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc

A. Uji Biokimia Bakteri

Uji Biokimia pada bakteri dilakukan untuk mengidentifikasi, mendeterminasi dan melakukan isolasi dengan memanfaatkan sifat - sifat fisiologisnya, proses biokimia yang erat kaitannya dengan metabolisme bakteri. Uji Biokimia digunakan untuk mengisolasi mikroorganisme, identifikasi dan membuat kultur murni (Haryati, 2020) (Parija, 2023).

B. Berbagai Macam Uji Biokimia

Uji Biokimia dilakukan untuk mengetahui kemampuan memanfaatkan media yang diberikan bakteri, sehingga pada Uji Biokimia, bakteri harus diberikan media yang tepat. Uji biokimia meliputi :

1. Uji Fermentasi Karbohidrat.

Kemampuan memfermentasikan berbagai karbohidrat dan produk fermentasi yang dihasilkan merupakan ciri yang sangat berguna dalam identifikasi mikroorganisme. Media Uji Fermentasi Karbohidrat meliputi glukosa, sukrosa, laktosa, manitol dan maltosa. Selain karbohidrat ke dalam media ditambahkan juga ekstrak daging dan pepton sebagai sumber nitrogen, vitamin dan mineral (Kumar, 2008). Enzim yang berperan dalam fermentasi sukrosa adalah enzim sukrase yang dapat memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Enzim yang berperan dalam fermentasi laktosa adalah enzim laktase yang dapat memecah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa (Kumar, 2008) .

c. Gamma hemolisis

Gamma hemolisis (γ -hemolisis) berarti tidak terjadi hemolisis, bahwa bakteri tidak berpengaruh pada sel-sel darah merah dan tidak ada perubahan warna medium (Walker, 2021)(Walker, 2021).



Gambar 16. 21. Pola γ -hemolisis pada Media Agar Darah.

C. Daftar Pustaka

- Ahern (2018) *Microbiology : A Laboratory Experience*. Open SUNY Textbooks, State University of New York
- Atlas, R. M. (2010) *Handbook of Microbiological Media*, *Handbook of Microbiological Media*. CRC Press. doi: 10.1201/EBK1439804063.
- Baehaki, A. and Rinto (2012) 'Karakterisasi Protease dari Isolat Bakteri Asal Tumbuhan Rawa dari Indralaya', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(1), pp. 59-65.
- Dewi, A. K. (2013) 'Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap Amoxicillin dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta', *Jurnal Sain Veteriner*. doi: 10.2105/AJPH.45.9.1138.
- Gergonius, F. and Sine, Y. (2016) 'Isolasi Dan Uji Biokimia Bakteri Selulolitik Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (*Macrotermes Spp.*)', *Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2), pp. 27-29.

- Haryati, K. (2020) 'Microbiological Quality Testing of Smoked Yellow Tail Fish from Papua Youtefa Market', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), pp. 486–494.
- Jawetz, Melnick, & A. (2007) *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology Twenty-Seventh Edition.*, Medical Microbiology. Available at: <http://www.thieme-connect.de/products/ebooks/abstract/10.1055/b-0034-71555>.
- Juniawan, M. F. *et al.* (2023) 'Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Termofilik Dari Oil Sludge Asal Kalimantan Timur', *The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 6(1), p. 18. doi: 10.30651/jmlt.v6i1.15898.
- Kathleen Park Talaro and Talaro, A. (2004) *Perspectives on Microbiology Emphasis of Foundations in Microbiology*. Available at: www.mcgraw-hill.com.
- Kumar, S. (2008) *Textbook of Microbiology*. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Madigan, M. T. B. B. of M. *et al.* (2010) *Brock Biology of Microorganism*. 13th edn. Wageningen, Netherlands: Pearson Education, Inc. doi: 10.1088/1751-8113/44/8/085201.
- Parija, S. C. (2023) *Textbook of Microbiology and Immunology*, *Textbook of Microbiology and Immunology*. Singapore: Springer Nature Singapore. doi: 10.1007/978-981-19-3315-8.
- Prscott, H. (2014) *Laboratory Exercises in Microbiology*, *The McGraw–Hill Companies.*,. doi: 10.1128/AAC.03728-14.
- Rahma, M., Djamaan, A. and Gustina (2010) 'Isolasi dan Identifikasi Mikroba Penghasil Antibiotika dari Sampel Lumpur Sungai Kampar, Riau', *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 8(2), pp. 1–11.
- Rifai, K. R. (2021) 'Uji Indole sebagai Kegiatan Penjaminan Mutu Tambahan pada Hasil Pengujian Coliform dalam Sampel

Air Mineral', *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 6(1), pp. 1-6.

Sopiah, N. *et al.* (2016) 'Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Yang Berasal Dari Tanah Tercemar Minyak Bumi', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(3), p. 291. doi: 10.29122/jtl.v12i3.1238.

Ulfa, A. *et al.* (2016) 'Isolasi dan Uji Sensitivitas Merkuri pada Bakteri dari Limbah Penambangan Emas di Sekotong Barat Kabupaten Lombok Barat: Penelitian Pendahuluan Isolation and Mercury Sensitivity Test of Bacterias Isola', *Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS 793*, 13(1), pp. 793-799.

Walker, J. M. (2021) *Staphylococcus aureus Methods and Protocols*. Edited by Kelly C. Rice IFAS. Humana Press.

Wilson, W., Purwestri, Y. A. and Sembiring, L. (2017) 'Isolasi , Karakterisasi dan Skrining Antimikrobia Bakteri Endofit Tanaman Purwoceng (*Pimpinella pruatjan* Molk .)', 1(1), pp. 1-6.

BAB 17

UJI SENSITIVITAS BAKTERI

dr. Endang Rahmawati, SpMK

A. Pendahuluan

Uji sensitivitas bakteri atau yang sering disebut sebagai Antimicrobial Susceptibility Test (AST) merupakan pemeriksaan yang penting untuk membantu memerangi resistensi antibiotik. Tes ini digunakan untuk mengetahui sensitivitas bakteri terhadap antibiotik. Hasil tes ini dapat membantu dalam menentukan antibiotik mana yang paling cocok untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh bakteri. Resistensi antimikroba adalah masalah di seluruh dunia, sehingga diperlukan pemeriksaan untuk membantu menentukan antimikroba yang tepat terhadap kasus infeksi. Antimicrobial stewardship adalah strategi yang penting dalam memerangi resistensi antimikroba. Program ini telah diimplementasikan di rumah sakit tidak terkecuali di Indonesia. Butuh peran serta semua stake holder agar resistensi terhadap antimikroba dapat dilaksanakan dengan baik serta angka kejadian infeksi dapat diturunkan.

B. Pengertian Uji Sensitivitas Bakteri

Uji sensitivitas bakteri adalah prosedur yang dilakukan setelah pemeriksaan identifikasi bakteri selesai, prosedur ini untuk mengidentifikasi regimen antimikroba yang efektif khusus untuk masing-masing pasien. Tujuannya adalah untuk menentukan sensitivitas atau resistensi mikroorganisme patogen terhadap agen antimikroba. Sehingga informasi ini

Spektrometri massa MALDI-TOF mungkin tidak dapat mendeteksi infeksi campuran, dimana lebih dari satu mikroorganisme terdeteksi.

6. Biaya

Biaya awal pembelian dan pemeliharaan spektrometri mass MALDI-TOF membutuhkan biaya yang tinggi.

7. Spektrometri mass MALDI-TOF

Membutuhkan keahlian teknis untuk mengoperasikan dan menafsirkan hasil. Penelitian dan pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi keterbatasan ini dan meningkatkan akurasi dan sensitivitas pada teknologi ini (Vrioni, 2018; Han *et al.*, 2021; Rychert, 2019)

G. Daftar Pustaka

Balouiri, M., Sadiki, M. and Ibensouda, S.K. (2016) 'Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review', *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), pp. 71-79. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jppha.2015.11.005>.

Benkova, M., Soukup, O. and Marek, J. (2020) 'Antimicrobial susceptibility testing: currently used methods and devices and the near future in clinical practice', *Journal of Applied Microbiology*, 129(4), pp. 806-822. Available at: <https://doi.org/10.1111/jam.14704>.

Croxatto, A., Prod'hom, G. and Greub, G. (2012) 'Applications of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical diagnostic microbiology', *FEMS Microbiology Reviews*, 36(2), pp. 380-407. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00298.x>.

Doern, G. V. and Brecher, S.M. (2011) 'The clinical predictive value (or lack thereof) of the results of in vitro antimicrobial susceptibility tests', *Journal of Clinical Microbiology*, 49(9 SUPPL.), pp. 11-14. Available at: <https://doi.org/10.1128/JCM.00580-11>.

Gajic, I. *et al.* (2022) 'Antimicrobial Susceptibility Testing: A Comprehensive Review of Currently Used Methods',

- Antibiotics, 11(4), pp. 1–26. Available at: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040427>.
- Gould, I.M. (2000) 'Towards a common susceptibility testing method?', *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 45(6), pp. 757–762. Available at: <https://doi.org/10.1093/jac/45.6.757>.
- Han, S.S., Jeong, Y.S. and Choi, S.K. (2021) 'Current scenario and challenges in the direct identification of microorganisms using maldi tof ms', *Microorganisms*, 9(9), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091917>.
- Hou, T.Y., Chiang-Ni, C. and Teng, S.H. (2019) 'Current status of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical microbiology', *Journal of Food and Drug Analysis*, 27(2), pp. 404–414. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.01.001>.
- Hudzicki, J. (2012) 'Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol Author Information', *American Society For Microbiology*, (December 2009), pp. 1–13. Available at: <https://www.asm.org/Protocols/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Protocol>.
- Lehtopolku, M. *et al.* (2012) 'Inaccuracy of the disk diffusion method compared with the agar dilution method for susceptibility testing of *Campylobacter* spp.', *Journal of Clinical Microbiology*, 50(1), pp. 52–56. Available at: <https://doi.org/10.1128/JCM.01090-11>.
- Liu, H. *et al.* (2016) 'Comparing the disk-diffusion and agar dilution tests for *Neisseria gonorrhoeae* antimicrobial susceptibility testing', *Antimicrobial Resistance and Infection Control*, 5(1), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13756-016-0148-x>.
- Mahon, C.R. and Lehman, D.C. (2023) 'Textbook of diagnostic microbiology', pp. 1–23.

- Rychert, J. (2019) 'Benefits and Limitations of MALDI-TOF Mass Spectrometry for the Identification of Microorganisms', *Journal of Infectiology*, 2(4), pp. 1-5. Available at: <https://doi.org/10.29245/2689-9981/2019/4.1142>.
- Shankar, Pr. (2016) 'Book review: Tackling drug-resistant infections globally', *Archives of Pharmacy Practice*, 7(3), p. 110. Available at: <https://doi.org/10.4103/2045-080x.186181>.
- Tan, T.Y. *et al.* (2003) 'Laboratory antibiotic susceptibility reporting and antibiotic prescribing in general practice', *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 51(2), pp. 379-384. Available at: <https://doi.org/10.1093/jac/dkg032>.
- Vrioni, G. *et al.* (2018) 'MALDI-TOF mass spectrometry technology for detecting biomarkers of antimicrobial resistance: current achievements and future perspectives', *Annals of Translational Medicine*, 6(12), pp. 240-240. Available at: <https://doi.org/10.21037/atm.2018.06.28>.
- Yoon, E.J. and Jeong, S.H. (2021) 'Maldi-tof mass spectrometry technology as a tool for the rapid diagnosis of antimicrobial resistance in bacteria', *Antibiotics*, 10(8), pp. 1-13. Available at: <https://doi.org/10.3390/antibiotics10080982>.

BAB 18

JAMINAN MUTU PEMERIKSAAN BAKTERIOLOGI

Fhahri Mubarak, S.Farm., M.SI

A. Pendahuluan

Penjaminan mutu laboratorium mikrobiologi merupakan suatu ikhtiar kegiatan yang dilakukan oleh laboratorium untuk mencapai hasil pengendalian mutu:

1. Akurasi (tesnya akurat?)
2. Presisi (jika ujian diulangi apakah hasil ujiannya akan memiliki kesamaan?)
3. Kecepatan (diperoleh hasil tes cepat dan langsung bisa digunakan?)
4. Manfaat (dapat mencegah dan mengobati penyakit menular)
5. Low cost (biaya murah, sesuai kemampuan pasien dan masyarakat)

Beberapa tahun ini, standarisasi kualitas barang dan jasa mendapat perhatian besar dari masyarakat. Diantaranya mengenai Laboratory Quality (ISO 17025:2005). Kebutuhan akan informasi teknis pada setiap produk yang dipasarkan mengharuskan laboratorium pengujian untuk memperbaiki keterampilan dan kepercayaan diri terhadap hasil pengujian yang valid (Soleha, 2014).

Di laboratorium klinik, proses kendali mutu adalah langkah yang harus diterapkan selama analisis sampel. Proses pengendalian tersebut wajib dilakukan dan dilaporkan pada waktu yang telah ditentukan, yaitu sekitar satu bulan. Tujuan dari pengendalian mutu adalah untuk dapat mengetahui pada prosedur analisis yang dikerjakan sudah mengikuti peraturan

Program pengendalian mutu pengujian kesehatan merupakan kegiatan yang ideal jika dilakukan secara terus menerus dan berkelanjutan untuk lebih menjamin mutu pelayanan pengujian kesehatan. Perjanjian nasional juga perlu dibuat berdasarkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terkini dan dilaksanakan secara konsisten.

Pengendalian mutu internal, pengendalian mutu eksternal, dan jaminan mutu, bila diterapkan dengan baik dan benar, memastikan bahwa layanan yang diberikan oleh perlengkapan pengujian medis dan kesehatan mematuhi persyaratan hukum dan memberikan manfaat optimal bagi pengguna layanan.

D. Daftar Pustaka

- Adams, C. L. *Et al.* (2019) 'Qms01 Eski Gp26clinical And Laboratory Standards Institute (Clsi). A Quality Management System Model For Laboratory Services.', Pp. 27-113.
- Afifah, D. A., Muslihudin, M. M. And Cendekia, D. (2021) 'Implementasi Pengendalian Kualitas Akurasi Dan Presisi Hasil Analisis Protein', *Jurnal Analisis Farmasi*, 6(1), Pp. 17-24. Doi: 10.33024/Jaf.V6i1.5485.
- Amalia Yunia Rahmawati (2020) 'Implementasi Metode Suggestion System (Ss) Pada Pengujian Bakteri Patogen Sampel Bahan Baku Di Laboratorium Mikrobiologi Quality Control', *Ix(July)*, Pp. 1-23.
- Clsc (2014) *Clinical And Laboratory Standards Institute, M100-S24 Performance Standards For Antimicrobial Susceptibility Testing; 24th Informational Supplement.*
- Clsi (2020) *Clsi M100-Ed29: 2021 Performance Standards For Antimicrobial Susceptibility Testing, 30th Edition, Clsi.*
- Gasperz (2015) 'Analisis Pengendalian Kualitas (Quality Control) Produk Roti Menggunakan Alat Bantu Statistik 1)', *Jurnal Optimalisasi*, 1, Pp. 83-93.

- Gaughwin, P. C. (2000) 'Book Reviews.', Australian & New Zealand Journal Of Psychiatry, 34(3), Pp. 550-551. Available At: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=rzh&an=106053036&site=ehost-live>.
- Girsang, M. (1998) 'Kendali-Mutu-Laboratorium-Kesehatan-Dala', Puslit Ekologi Kesehatan, Pp. 18-22. Available At: <https://www.neliti.com/publications/159045/kendali-mutu-laboratorium-kesehatan-dalam-upaya-meningkatkan-mutu-pelayanan-kesehatan>.
- Isnaeni And Iriantom, Aritonang And Agus, A. P. (2012) 'Poltekkes Kemenkes Yogyakarta | 9', Jurnal Kesehatan, 6(6), Pp. 9-33. Available At: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/1134/4/4/Chapter2.pdf>.
- Kemenkes (2015) 'Penyelenggaraan Pemeriksaan Laboratorium Untuk Ibu Hamil, Bersalin, Dan Nifas Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan Dan Jaringan Pelayanannya', Permenkes Ri, Pp. 1-46.
- Lucia M. Berte, Ma, Mls(Ascp)Sbb, Dlm, C. (2016) 'External Assessments, Audits, And Inspections Of The Laboratory', Pp. 2015-2017.
- Prihatini (2006) 'Pengendalian Mutu Bidang Mikrobiologi Klinik (Quality Control In Clinical Microbiology)', Indonesian Journal Of Clinical Pathology And Medical Laboratory, 12(2), Pp. 92-98.
- Soleha, T. U. (2014) 'Quality Control Of Microbiology Laboratory',

TENTANG PENULIS



Mirfaidah Nadjamuddin., M.Si, lahir di Ujung Pandang, pada 27 Juli 1989. Ia tercatat sebagai lulusan S1 Universitas Islam Makassar, dan S2 Universitas Hasanuddin. Wanita yang kerap disapa Mirfah ini adalah anak dari pasangan Nadjamuddin (ayah) dan Nurlaela Bahyus (ibu). Saat masih menjadi mahasiswa, ia kerap aktif dalam organisasi kemahasiswaan dan menjadi pendamping di laboratorium. Penulis pada akhir 2019 lalu, diterima sebagai Dosen tetap di salah satu Universitas swasta di Makassar dan mengabdikan diri sampai sekarang. Penulis juga terlibat dalam organisasi Pengurus cabang Persatuan Ahli Farmasi Indonesia (PAFI) Makassar.



apt. Ismail, S.Farm., M.Sc lahir di Pinrang, pada 27 Desember 1992. Tercatat sebagai lulusan S1 Farmasi UMI, S2 Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedis FK-KMK UGM dan Profesi Apoteker di UNHAS. Saat ini aktif sebagai dosen di Universitas Almarisah Madani. Mata kuliah yang diampu yaitu Biologi Sel, Mikrobiologi Farmasi, Metodologi Penelitian dan Farmakogenomik-Farmakogenetik.



Chaerul Fadly Mochtar Luthfi M, S.Farm., M.Biomed lahir di Ujung Pandang, pada 15 September 1992. Penulis tercatat sebagai lulusan Magister Ilmu Biomedik, FKMK Universitas Gadjah Mada pada bidang Farmakologi. Saat ini ia bekerja sebagai tenaga pengajar

(dosen) di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Penulis juga aktif dalam penelitian yang berfokus pada bidang Farmakologi Eksperimental dan Mikrobiologi (Biofilm).

Penulis juga ikut aktif dalam kolaborasi penelitian yang saat ini dijalani yaitu Pusat Kolaborasi Riset Biofilm : BRIN - UGM - UNSOED - UMKT.



apt. Fitriana, S.Farm., M.Si lahir di Ujung Pandang, pada 28 Juni 1984. Tercatat sebagai lulusan S1 Farmasi UMI, S2 di Program Studi Magister Farmasi, Sekolah Farmasi ITB dan Profesi Apoteker di UNHAS. Saat ini aktif sebagai dosen Fakultas Farmasi di Universitas Muslim Indonesia. Mata

kuliah yang diampu yaitu Mikrobiologi Farmasi dan Analisis Mikrobiologi Farmasi.



apt. Ruslil, S.Si., M.Si lahir di Bone, pada 12 Desember 1974. Tercatat sebagai lulusan S1 Farmasi UNHAS, S2 Ilmu Farmasi UNHAS dan Profesi Apoteker UNHAS. Saat ini aktif sebagai Dosen di Fakultas Farmasi Universitas Muslim Indonesia Makassar Indonesia. Mata kuliah yang diampu yaitu Mikrobiologi

Farmasi, Analisis Mikrobiologi Farmasi, Mikologi Klinik, dan Sediaan Farmasi.



Tacik Idayanti S.ST, S.Si lahir di Sidoarjo, pada 18 Mei 1981. Ia tercatat sebagai lulusan Poltekkes Kemenkes Surabaya dan Universitas Adibuwana Surabaya. Wanita yang kerap disapa Tacik ini mulai mengabdikan sebagai pegawai negeri sipil sejak 2006, bertugas sebagai Instruktur Praktikum Bakteriologi di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Surabaya. Saat ini sedang melanjutkan pendidikan S2 di Fakultas Ilmu Kedokteran Dasar Peminatan Mikrobiologi Universitas Airlangga.



Vector Stephen Dewangga, S.Si., M.Si lahir di Surakarta, pada 27 Februari 1988. Ia lulus S1 dari Prodi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret (UNS) tahun 2011, lalu melanjutkan pendidikan S2 di Prodi Biosains Pascasarjana Universitas Sebelas Maret (UNS), lulus tahun 2015. Di kesehariannya, pria yang akrab disapa Vector ini berprofesi sebagai dosen bakteriologi di Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional (STIKES Nasional)



Manggiasih Dwiayu Larasati, S.ST., M.Biomed lahir di Jakarta, pada 11 Januari 1985. Penulis tercatat sebagai lulusan D-III di Akademi Kebidanan RSPAD Gatot Soebroto, kemudian melanjutkan D-IV Kebidanan di Poltekkes Kemenkes Jakarta III dan Magister Ilmu Biomedik Universitas

Indonesia. Saat ini Penulis bekerja sebagai dosen di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan RSPAD Gatot Soebroto. Pada tahun 2021, Penulis memperoleh beasiswa LPDP untuk melanjutkan studi Program Doktor Ilmu Biomedik di Universitas Indonesia.



Yulia Ratna Dewi, S.Tr.AK., M.Biomed, lahir di Ambarawa pada tanggal 16 Juli. Lulusan Program Studi Teknologi Laboratorium Medik Universitas Muhammadiyah Semarang tahun 2019 dan telah meraih gelar Magister Ilmu Biomedik dari Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia pada tahun 2023.



apt. Nurfitriia Junita, M.Farm lahir di Makassar, pada 6 Juni 1989. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia Timur dan Universitas Setia Budi Surakarta jurusan Farmasi. Wanita yang kerap disapa Fitri ini adalah anak pertama dari 3 orang bersaudara. Saat ini menjadi dosen di Universitas Megarezky Makassar. Ini adalah karya pertamanya, semoga bermanfaat.



Anita Dwi Anggraini, SST., M.Si lahir di Sidoarjo, pada 4 Agustus 1988. Ia tercatat sebagai lulusan Sarjana Teknologi Laboratorium di Poltekkes Kemenkes Surabaya dan Magister Sains di Universitas Jenderal Soedirman. Ia menekuni bidang Biologi Molekuler dan ada beberapa artikel ilmiah yang sudah dipublikasikan.



Kepala. Beliau selain memiliki hobi menulis, juga sangat menggemari nonton bola.

Drs. Edy Haryanto, M.Kes lahir di Tuban, pada 16 Maret 1964. Beliau tercatat sebagai lulusan Magister Universitas Airlangga Surabaya. Bapak yang kerap disapa Pak Edy ini adalah Dosen Senior di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Surabaya dengan jabatan fungsional Lektor



Padjadjaran dan sekarang sedang menempuh pendidikan Doktor disalah satu kampus dinegeri Malaysia. Dan saat ini kesibukan sebagai dosen tetap di Kampus swasta Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam.

Saadah Siregar, S.Si., M.Kes, lahir di Padang sidimpuan, 20 Mei 1989, lulusan Diploma III dari Poltekkes Medan, Melanjutkan studi ke Tingkat sarjana di Kota Bandung di sekolah Tinggi Analis Bakti Asih Bandung (STABA), Setelah selesai Tingkat sarjana melanjutkan di tingkat Megister di Universitas



Pinrang (2008).

Nurfidin Farid, S.Farm., M.Si Lahir di Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat, 15 Oktober 1990. Menyelesaikan pendidikan dasar di SD Muhammadiyah Pinrang (2002), dan melanjutkan Pendidikan di SMP Islam Terpadu Wahdah Islamiyah Makassar (2005) dan Madrasah Aliyah Negeri (MAN)

Kemudian penulis melanjutkan pendidikan S1 pada Jurusan Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar (2008-2012). Setelah itu penulis melanjutkan jenjang Magister pada Program Studi Magister Ilmu Farmasi Konsentrasi Farmasi Klinik, Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin Makassar (2014-2017)



Erpi Nurdin, S.Si., M.Kes., di lahirkan di Enrekang, Sulawesi Selatan, pada tanggal 28 Oktober 1988, setelah menyelesaikan Pendidikan Strata Satu di Universitas Hasanuddin Fakultas Farmasi Konsentrasi Teknologi Laboratorium Kesehatan hingga memperoleh gelar Sarjana Sains (2011), dan gelar Magister Kesehatan (2014) pada Prodi Ilmu Biomedik Konsentrasi Mikrobiologi di Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin,

Makassar. Pada Tahun 2015 terangkat sebagai Pegawai Negeri Sipil (PNS) Kementerian Kesehatan dan mengabdikan diri sebagai Dosen di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan. Selama mengabdikan diri sebagai Dosen, telah melakukan Riset dan menuangkan dalam publikasi jurnal Ilmiah, mengajar, serta menulis buku dalam lingkup Mikrobiologi. Mengikuti Pelatihan Tropical Disease (Singapore, 2011), Pelatihan Bakteriologi Kultur Darah (Lombok, 2018), Workshop Bacteriology of Clinical (2020), serta Pelatihan PCR (Medan, 2022).



Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc. lahir di Yogyakarta, pada 10 April 1962, dengan pendidikan terakhir S2 Ilmu Kedokteran Tropis (Konsentrasi Imunologi dan Biologi Molekuler), Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan (FK-KMK) Universitas Gadjah Mada, merupakan putra dari pasangan

Soemardi (ayah) dan Sri Sumiyatun (Ibu), aktif mengajar di PoltekkesKemenkes Yogyakarta sejak tahun 1984 sampai sekarang. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan mendapatkan skema pendanaan antara lain Penelitian Pemula, Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi



dr. Endang Rahmawati, SpMK lahir di Jakarta, pada 22 Februari 1978. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia sebagai Dokter Spesialis Mikrobiologi Klinik. Wanita yang kerap disapa Endang ini adalah anak dari pasangan Dullah Satari (ayah) dan Mariamah (ibu). Endang Rahmawati merupakan seorang dokter Spesialis

Mikrobiologi Klinik yang berkecimpung dalam Pengendalian dan Pencegahan Infeksi Rumah Sakit dan juga berperan aktif dalam Pengendalian Resistensi Antimikroba . Ia aktif sehari-hari di rumah sakit pemerintah, swasta, menjadi narasumber dan juga sebagai dosen mikrobiologi.



Fhahri Mubarak, S.Farm., M.Si. Lahir di Ujung Pandang, 1 April 1989. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Muslim Indonesia (Sarjana) tahun 2011 dan Universitas Hasanuddin Makassar (Magister) tahun 2016. Pria dengan panggilan Fhahri ini adalah anak dari pasangan Ayah Abdul Malik (Almarhum) dan Ibu Siti

Suhaemi Padang. Telah menikah dan memiliki 2 orang anak. Fhahri Mubarak telah berkecimpung di dunia akademisi sejak 2017 dan mendapatkan beberapa hibah penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dari Kemendikbud.