



PENGANTAR BAKTERI OLOGI

Amellya Octifani, Erni Yohani Mahtuti, Ainutajriani,
Binti Mu'arofah, Moh Fairuz Abadi, Dian Rachma, Wijayanti, Nurul Hadiatun,
Baiq Isti Hijriani, Siska Zafrida, Sugireng, Handarini, Edy Kurniawan

Editor: Muhsaynur

PENGANTAR BAKTERIOLOGI

Amellya Octifani
Erni Yohani Mahtuti
Ainutajriani
Binti Mu'arofah
Moh Fairuz Abadi
Dian Rachma
Wijayanti
Nurul Hadiatun
Baiq Isti Hijriani
Siti Juariah
Siska Zafrida
Sugireng
Handarini
Edy Kurniawan



PENGANTAR BAKTERIOLOGI

Penulis:

Amellya Octifani, Erni Yohani Mahtuti, Ainutajriani,
Binti Mu'arofah, Moh Fairuz Abadi, **Dian Rachma,**
Wijayanti, Nurul Hadiatun, Baiq Isti Hijriani, Siti
Juariah, Siska Zafrida, Sugireng, Handarini, Edy
Kurniawan

ISBN: 978-623-09-8547-8

Tebal: x + 176 hlm., 21 x 14 cm

Januari 2024

Editor: **Muhsyanur**

Penata Letak: **Yohanesa JV**

Penata Sampul: **Ahmad Elfatih**

Penerbit:

CV. KARSA CENDEKIA

Perumahan Griya Rumah Emas P 24
Jalan Poros Paccellekang, Gowa-Makassar
Sulawesi Selatan, 90562 Indonesia

Telp. 0411-210685, HP/WA 08999991135

Email: cvkarsacendekia@gmail.com

Web: karsacendekia@gmail.com

ANGGOTA IKAPI No. 057/SSL/2023

Hak cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang memperbanyak isi buku ini dalam bentuk dan dengan cara
apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa tercurahkan ke hadirat Allah Swt. Atas limpahan Rahmat, taufik, dan hidayahnya-Nya sehingga buku ini dapat terselesaikan sesuai harapan.

Pada dasarnya, penulisan buku ini sebagai salah satu wujud kepedulian para penulis dalam menggiatkan gerakan literasi bagi akademisi.

Buku ini berjudul *Pengantar Bakteriologi* disusun oleh para pakar dari pelbagai institusi. Buku ini terdiri atas 10 bab yang bertujuan untuk menambah wawasan keilmuan pembaca. Buku ini dapat dijadikan sebagai buku referensi sekaligus buku pegangan bagi mahasiswa. Tidak hanya sebatas itu, tetapi dapat digunakan bagi masyarakat umum dalam menambah wawasan di bidang kempiaan khususnya Bakteriologi.

Kehadiran buku melewati proses yang cukup lama. Mulai dari prekrutan penulis, proses pemilihan topik, penulisan naskah, proses penelaah, sampai proses editor. Oleh karena buku ini hadir atas Upaya berbagai pihak, maka kami sebagai penanggung jawab program kolaborasi menulis secara nasional, mengucapkan terima kasi kepada mereka.

Pertama, kepada para penulis yang telah meluangkan waktu untuk menuangkan ilmu pengetahuannya ke dalam buku ini. Kedua, kepada editor yang telah gigih membaca, membaca, dan membaca buku ini sampai proses pengeditan sehingga layak diterbitkan. Ketiga, kepada CV. Karsa Cendekia, yang telah berkenan menerbitkan buku ini.

Pada akhirnya, kepada Allah Swt. Senantiasa berserah. Semoga kehadiran buku ini menjadi jariah bagi khalayak. Terkhusus bagi para penulis dan semua pihak yang berkontribusi.

Amin.

Januari 2024

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii

BAB 1 KONSEP DASAR: MORFOLOGI, STRUKTUR, DAN FISILOGI BAKTERI	1
A. Pendahuluan	1
B. Morfologi Bakteri.....	2
Daftar Pustaka	16
Tentang Penulis	17

BAB 2 GENETIK DAN METABOLISME BAKTER	18
A. Genetik Bakteri	15
B. Metabolisme Bakteri	23
Daftar Pustaka.....	30
Tentang Penulis	31

BAB 3 BAKTERI PATOGEN GRAM POSITIF (+) FOKUS	32
A. Staphylococcus Aureus	32
B. Staphylococcus Epidermidis	36
C. Streptococcus Pyogenes	37
D. Streptococcus Pneumoniae.....	41
Daftar Pustaka	44
Tentang Penulis	45

BAB 4 MIKROFLORA NORMAL	46
A. Mikroflora Normal	46
B. Mikroflora Normal pada Kulit	49
C. Mikroflora Normal pada Mulut	50
D. Mikroflora Norma pada Urogenital	52
E. Mikroflora Noram pada Saluran Pencernaan	53
F. Mikroflora Normal pada Nasofaring	55
G. Mikroflora Normal pada Konjungtiva	56
H. Mikroflora Normal pada Kuku	57
Daftar Pustaka	58
Tentang Penulis	59
BAB 5 BAKTERI PATOGEN GRAM (+) BATANG	60
A. Bakteri Patogen Gram (+) Batang	60
B. <i>Corynebacterium</i>	62
C. <i>Clostridium</i>	65
Daftar Pustaka	77
Tentang Penulis	78
BAB 6 BAKTERI PATOGEN GRAM (-) KOKUS	79
A. Genus <i>Neisseria</i>	79
B. Genus <i>Moraxella</i>	86
C. Gram Negatif Kokus Anaerobik	88
Daftar Pustaka	89
Tentang Penulis	90
BAB 7 BAKTERI PATOGEN GRAM (-) BATANG	91
A. <i>Escherichia Coli</i>	91

B. Salmonella Typhi	94
C. Shigella Sp	96
D. Pseudomonas Aeruginosa	98
E. Klebsiella Pneumoniae	100
Daftar Pustaka	102
Tentang Penulis	104
BAB 8 PEWARNAAN BAKTERI	105
A. Pengantar	105
B. Pewarnaan Bakteri	105
C. Teknik Pewarnaan Bakteri	109
Daftar Pustaka	130
Tentang Penulis	118
BAB 9 PENYEBARAN DAN PENGENDALIAN	
BAKTERI	119
A. Pengertian	119
B. Penyebab Bakteri	120
C. Pengendalian Bakteri	122
D. Teknik Pengendalian Bakteri	123
Daftar Pustaka	128
Tentang Penulis	129
BAB 10 UJI BIODIAGNOSTIK BAKTERI	130
A. Uji Fermentasi Karbohidrat	130
B. Tripel Sugar Iron Agar (TSIA)	132
C. Uji IMVIC (Indole, Methyl red, Voges Proskauer dan Citrat)	134
D. Uji Motilitas	139
E. Uji Urea	140

Daftar Pustaka	141
Tentang Penulis	142
BAB 11 UJI SENSITIVITAS BAKTERI.....	143
A. Uji Sensitivitas Bakteri	143
B. Metode Difusi	144
C. Metode Dilusi	148
D. Metode E-test (Epsilometer)	150
E. Metode MALDI-TOF MS	151
F. Metode Molekuler	152
Daftar Pustaka	154
Tentang Penulis	156
BAB 12 BAKTERIOLOGI AIR	157
A. Air dan Kualitas Air	157
B. Bakteri dalam Air	168
C. Teknik Pemeriksaan Kualitas Air secara Bakteriologi	170
Daftar Pustaka	174
Tentang Penulis	175
BAB 13 BAKTERIOLOGI MAKANAN DAN	
MINUMAN	176
A. Kajian Teori tentang Makanan dan Minuman	176
B. Bakteri pda Makanan dan Minuman	178
C. Perusakan Makanan ole Bakteri	181
D. Penyakit Bawaan Makanan (Food Borne Disease) ..	182
E. Penanganan Sampel untuk Uji Laboratorium	183
Daftar Pustaka	186
Tentang Penulis	187

::: BAB 6 :::

BAKTERI PATOGEN GRAM NEGATIF (-) KOKUS

Dian Rachma Wijayanti

Universitas Binawan

Email drwijayanti22@gmail.com

Bakteri Gram negatif kokus merupakan kelompok bakteri yang di dalamnya terdapat Genus *Neisseria*, *Moraxella* dan *Acinetobacter*. Meskipun pada beberapa literatur ketiga genus tersebut juga dimasukkan ke dalam kelompok Gram negatif *coccobacilli*.

A. Genus *Neisseria*

Genus *Neisseria* memiliki ciri-ciri Gram negatif dan berbentuk kokus. *Neisseria* bersifat aerobik, non-motil dan tidak membentuk spora (Cornelissen & Hobbs, 2020). *Neisseria* ada yang bersifat patogen dan patogen oportunistik. Spesies *Neisseria* patogen antara lain *Neisseria gonorrhoeae* dan *Neisseria meningitidis*. Spesies *Neisseria* yang bersifat patogen oportunistik yaitu: *Neisseria sicca*, *Neisseria sublava*, *Neisseria mucosa*, *Neisseria flavescens*, *Neisseria cinerea*, *Neisseria polysachharea*, *Neisseria elongata*, *Neisseria baciliformis*, *Neisseria lactamica* (Mahon & Lehman, 2019).

Neisseria yang bersifat patogenik memiliki faktor virulensi pada permukaan tubuhnya. Beberapa faktor virulensi tersebut berupa reseptor transferrin, kapsul, fimbriae, dan protein pada membran sel. Faktor virulensi lainnya adalah lipooligosakarida (LOS), dikenal juga dengan endotoksin (Mahon & Lehman, 2019).

A.1. *Neisseria gonorrhoeae*

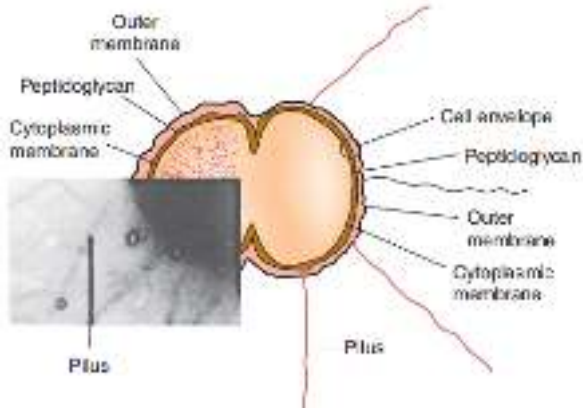
Bakteri ini bersifat aerobik, Gram negatif, dan diplokokus (Gambar 7.1). Pertumbuhan terbaik pada suhu 35° C-37° C di tempat lembab dengan dengan penambahan CO₂. Uji oksidase dan katalase positif. Asam dapat dihasilkan dari glukosa secara oksidatif (Murray et al., 2021). *N. gonorrhoeae* sering juga disebut gonokokus, merupakan bakteri yang menyebabkan penyakit Gonore.

Penyakit gonore merupakan penyakit menular seksual, dikenal juga dengan istilah penyakit kencing nanah. Penyakit ini dapat menyerang pria dan wanita. Infeksi menyebar melalui hubungan seksual. Infeksi gonokokal sebagian besar didapat melalui kontak seksual dan terjadi terutama di uretra, endoserviks, saluran anus, faring, dan konjungtiva. Penyebaran infeksi lainnya dari ibu ke bayinya, saat bayi lahir melalui jalur lahir. *N. gonorrhoeae* dapat menyebabkan penyakit baik pada pria maupun wanita (Mahon & Lehman, 2019)

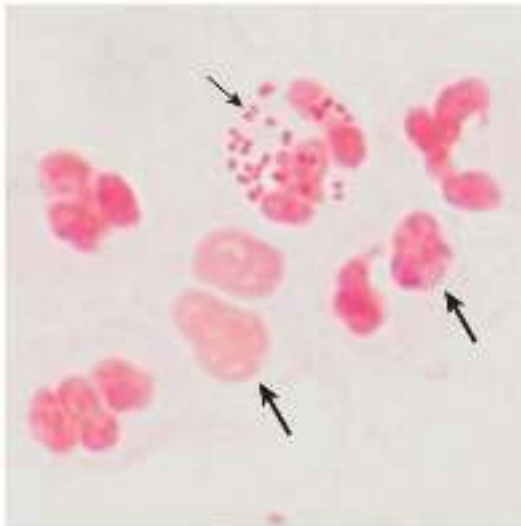
N. gonorrhoeae memiliki struktur pili, lipooligosakarida, protein porin dikenal dengan PorB, protein opacity (Opa). Pili dan Opa membantu penempelan *N. gonorrhoeae* pada sel epitel uretra, rectum, serviks dan faring. Setelah menempel *N. gonorrhoeae* akan mulai menginfeksi tubuh (Cornelissen & Hobbs, 2020).

Diagnosis laboratorium *N.gonorrhoeae* dilakukan dengan memeriksa sampel eksudat uretra pada pria dan eksudat endoserviks pada wanita (Gambar 7.2). Metode yang paling sederhana dengan pewarnaan Gram. Metode diagnosis laboratorium lainnya berupa kultur bakteri dan serologi (Carroll et al., 2019).

Bakteri Gram Negatif Kokus



Gambar 7.1 Struktur bakteri *N. gonorrhoeae* (Carroll et al., 2019)



Gambar 7.2 Hasil pewarnaan Gram pada sampel eksudat urea. Panah besar menunjukkan *Polymorphonuclear Cell* dan panah kecil menunjukkan bakteri diplokokus *N. gonorrhoeae* (Carroll et al., 2019)

Media yang dapat digunakan untuk kultur *N. gonorrhoeae* adalah *Chocolate Agar* (CHOC Agar). *Blood Agar Plate* (BAP) tidak dapat menumbuhkan *N. gonorrhoeae*. Namun dilaporkan *N. gonorrhoeae* tumbuh lambat pada BAP yang diinkubasi dengan keberadaan CO₂. Media yang disarankan untuk pertumbuhan *N. gonorrhoeae* disarankan media selektif diperkaya. Media tersebut antara lain Thayer-Martin Agar, New York City Agar dan lain-lain. Media tersebut biasanya sudah ditambahkan beberapa agen selektif seperti vancomycin, nystatin, colistin, trimethoprim, amphotericin B dan lainnya (Mahon & Lehman, 2019).



Gambar 7.3 Pertumbuhan *N. gonorrhoeae*, koloni berusi 24 jam, pada media Thayer-Martin Agar yang sudah dimodifikasi (Mahon & Lehman, 2019)

A.2. *Neisseria meningitidis*

Sama seperti *N. gonorrhoeae*, *N. meningitidis* juga hanya ditemukan di manusia. Namun, *N. meningitidis* dapat ditemukan secara komensal serta patogen invasif. Bakteri ini adalah agen patogen yang menyebabkan meningitis endemik dan epidemik serta meningokokus. Penyakit lainnya yang dapat disebabkan oleh *N. meningitidis* namun jarang antara lain: pneumonia, arthritis purulen, atau endophthalmitis (Mahon & Lehman, 2019).

N. meningitidis (juga disebut meningococcus) merupakan bakteri patogen yang menyebabkan penyakit sepsis progresif cepat, penyakit dengan tingkat kematian sangat tinggi. Sindrom sepsis (meningococcemia) ditandai dengan demam dan perkembangan cepat hingga syok dalam beberapa jam. Pasien-pasien ini mungkin tidak menderita meningitis. Berbagai macam ruam terjadi, termasuk petechiae, makula, dan hemoragik. Oklusi vaskular yang parah dapat terjadi serta perdarahan adrenal (Gambar 7.4), suatu kondisi yang disebut sindrom Waterhouse–Friderichsen. Manifestasi meningitis sama dengan jenis meningitis bakteri lainnya. Namun, adanya petechia menjadi petunjuk utama (Berkowitz & Jerris, 2015).

Enam serotipe *N. meningitidis* yaitu: A, B, C, W, X, dan Y menjadi penyebab sebagian besar penyakit di seluruh dunia (Center for Disease Control and Prevention, 2022). Virulensi *N. meningitidis* berupa kapsul polisakarida, protein perekat permukaan (membran luar protein termasuk pili, porin PorA dan B, molekul adhesi Opa dan Opc), dan endotoksin (lipooligosakarida, LOS). *N. meningitidis* juga mengembangkan mekanisme genetik yang menghasilkan variasi antigenik dan mimikri molekuler. Hal ini memungkinkan organisme untuk berhasil beradaptasi.

tasi di permukaan mukosa dan menyerang inang (Rouphael & Stephens, 2012).

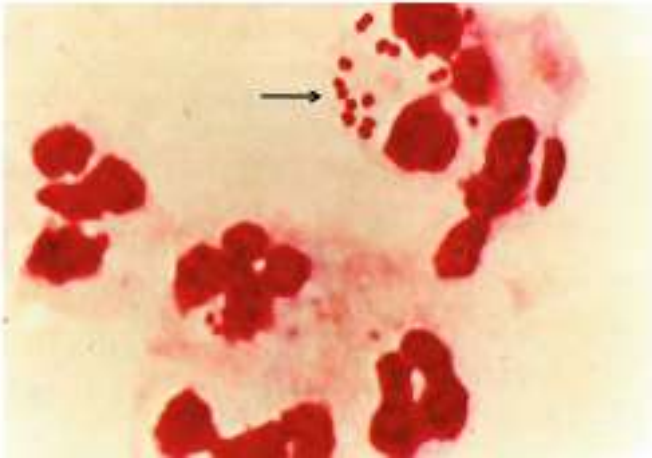


Gambar 7.4 A. Kulit petechiae pada bayi yang menderita infeksi meningokokal, B. Pendarahan pada kelenjar adrenal, sindrom Waterhouse–Friderichsen (Mahon & Lehman, 2019).

Digagnosis laboratorium dapat menggunakan pewarnaan Gram dan kultur. Pewarnaan Gram meningokokus dapat menggunakan sampel CSF dan lesi kulit. Sampel dari swab nasofaring dapat digunakan pada pasien carier *N. meningitidis*. Bakteri akan nampak berpasangan dan berwarna merah (Gambar 7.5).

N. meningitidis dibiakkan pada CHOC agar dengan peningkatan CO₂. Sampel harus segera diinokulasi, jika tidak memungkinkan, media transportasi harus digunakan untuk memperpanjang kelangsungan hidup organisme yang akan dibiakkan. Berbeda dengan gonokokus, meningokokus biasanya dikultur dari CSF atau darah, yang biasanya merupakan hasil

kultur steril; maka tidak diperlukan selektif. CHOC agar dan BAP dapat digunakan (Gambar 7.6)..



Gambar 7.5 *N. meningitidis* pada *cerebrospinal fluid* (CSF)
(Rouphael & Stephens, 2012)



Gambar 7.6 *N. meningitidis* selama 48 jam pada CHOC (kiri)
dan BAP (kanan) (Mahon & Lehman, 2019)

B. Genus *Moraxella*

Genus *Moraxella* adalah diplokokus Gram negatif nonmotil yang biasanya ditemukan berpasangan. *Moraxella* bersifat aerobik, oksidasepositif, tidak memfermentasi karbohidrat. Patogen terpenting dalam genus ini adalah *Moraxella catarrhalis* (sebelumnya, *Branhamella*) penyakit catarrhal. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada sistem pernafasan, telinga tengah, mata, sistem syaraf pusat, dan persendian (Cornelissen & Hobbs, 2020).

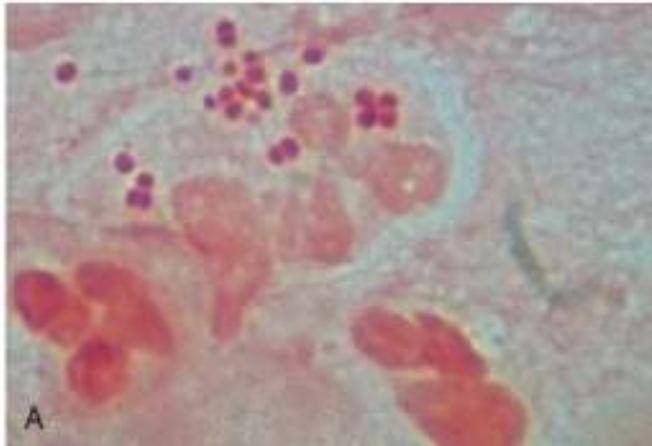
B.1 *Moraxella catarrhalis*

Moraxella (Branhamella) catarrhalis, sebelumnya disebut *Neisseria catarrhalis* atau *Micrococcus catarrhalis*, adalah bakteri Gram negatif, diplokokus aerobik sering ditemukan sebagai komensal dari saluran pernafasan bagian atas. Bakteri ini merupakan bakteri yang biasa ditemukan pada saluran pernafasan anak kecil bahkan beberapa primata. Hingga beberapa dekade terakhir *M. catarrhalis* dianggap sebagai bakteri yang relatif tidak berbahaya dan jarang menyebabkan infeksi (Ratini, 2021). Selama 30 tahun, *M. catarrhalis* telah muncul sebagai patogen dan sekarang dianggap sebagai penyebab penting gangguan pernapasan bagian atas infeksi saluran pada anak-anak yang sehat dan orang lanjut usia (Verduin et al., 2002).

Meskipun *M. catarrhalis* dapat menyebabkan infeksi sinus dan telinga ringan pada anak-anak, penyakit ini bisa jauh lebih berbahaya pada orang dengan sistem imun lemah. *M. catarrhalis* sering ditemukan pada saluran pernapasan orang dewasa penderita fibrosis kistik atau penyakit autoimun (Ratini, 2021).

Spesimen khas untuk *M. catarrhalis* dapat dikumpulkan dari efusi telinga tengah, nasofaring, aspirasi sinus, aspirasi sputum, atau bronkus aspirasi. Diagnosis *M. catarrhalis* dapat dil-

akukan dengan pewarnaan Gram dan kultur. Kultur dapat menggunakan media CHOC agar dan BAP (Gambar 7.7).



Gambar 7.7 A. Pewarnaan Gram *M. catarrhalis* dari sampel otitis media (peradangan telinga bagian tengah). B. Kultur *M. catarrhalis* pada media CHOC agar selama 48 jam (Mahon & Lehman, 2019)

C. Genus *Acinetobacter*

Genus *Acinetobacter* adalah *coccobacilli* yang tidak bergerak seringkali mirip dengan *Neisseriae* dalam sampel yang diwarnai gram. Bakteri ini umumnya berkapsul, berisifat oksidase-negatif, dan aerobik obligat, tidak memfermentasi karbohidrat. Spesies yang dikenal sebagai patogen adalah *Acinetobacter baumannii*. *A. baumannii* adalah patogen penting penyebab penyakit nosokomial (Cornelissen & Hobbs, 2020).

D. Gram Negatif Kokus Anaerobik

Tiga genera kokus gram negatif anaerobik dapat ditemukan pada flora tinja manusia. Ketiga genus tersebut adalah *Veillonella*, *Acidominococcus*, dan *Megosphora*. *Veillonella* dianggap satu-satunya genus yang signifikan secara klinis dan *V. parvula* adalah spesies yang paling sering diisolasi dari spesimen klinis (Wells & Wilkins, 1996). Kokus gram negatif anaerobik jarang diisolasi dari spesimen klinis kecuali jika terdapat sebagai kontaminan. Genus *Veillonella* adalah genus paling dominan di orofaring, tetapi jumlahnya kurang dari 1% dari semua anaerob diisolasi dalam spesimen klinis. Genus anaerobik kokus lainnya jarang diisolasi (Murray et al., 2021).

Daftar Pustaka

- Berkowitz, F. E., & Jerris, R. C. (2015). Practical medical microbiology for clinicians. In *Practical Medical Microbiology for Clinicians*. <https://doi.org/10.1002/9781119066767>
- Carroll, K. C., Butel, J., & Morse, S. (2019). *Jawetz Melnick & Adelbergs Medical Microbiology 27 E*. <https://books.google.com/books?id=PumOCgAAQBAJ>
- Center for Disease Control and Prevention. (2022). *Meningococcal Disease Causes and How It Spreads | CDC*. Article. <https://www.cdc.gov/meningococcal/about/causes-transmission.html>
- Cornelissen, C. N., & Hobbs, M. M. (2020). *Lippincott Illustrated Reviews: Microbiology Fourth Edition* (Fourth).
- Mahon, C. R., & Lehman, D. C. (2019). Textbook of Diagnostic Microbiology Sixth Edition. In *Laboratory Medicine* (6th ed.). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1309/u0mb-0p7r-rrwf-4bth>
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2021). *Medical Microbiology Ninth Edition* (9th ed.). Elsevier.
- Ratini, M. (2021). Understanding Moraxella catarrhalis and How to Treat Its Infection. In *WebMC, LLC*. <https://www.webmd.com/lung/what-to-know-about-m-catarrhalis>
- Rouphael, N. G., & Stephens, D. S. (2012). Neisseria meningitidis: Biology, Microbiology, and Epidemiology. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 799, 1. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-346-2_1
- Verduin, C. M., Hol, C., FLeer, A., Van Dijk, H., & Van Belkum, A. (2002). Moraxella catarrhalis: From emerging to established pathogen. *Clinical Microbiology Reviews*, 15(1), 125–144. <https://doi.org/10.1128/CMR.15.1.125-144.2002>
- Wells, C. L., & Wilkins, T. D. (1996). Anaerobic Cocci. *Principles and Practice of Pediatric Infectious Disease: Third Edition*, 975–977. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-3468-8.50200-5>

Tentang Penulis



Dian Rachma Wijayanti adalah seorang dosen pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Binawan University. Jakarta Timur. Pada tahun 2007 penulis menyelesaikan pendidikan S1 Biologi di Institut Pertanian Bogor. Penulis melanjutkan studi S2 Mikrobiologi di King Saud University dan lulus pada tahun 2010. Penulis gemar mengajar, membaca dan menulis. Selain mengajar dan menulis buku penulis juga aktif sebagai dewan redaksi, editor dan reviewer pada beberapa jurnal nasional. Penulis masih aktif mengajar dan melakukan penelitian pada bidang Biologi, Mikrobiologi, Biologi molekuler, Bioinformatika, Kesehatan dan Teknologi Laboratorium Medis. Beberapa buku yang sudah diterbitkan oleh penulis antara lain Buku Ajar Biologi Molekuler, Buku Ajar Metode Penelitian dan Buku Bakteriologi Untuk Mahasiswa Kesehatan. Penulis dapat dihubungi di email: drwijayanti22@gmail.com.