



Scifintech  
ANDREW WISAYA

# MIKROBIOLOGI UMUM

Editor : Irda Wahidah Nst, M.Pd



Ria Amelia, S.Si., M.Imun | Sari Artauli Lumban Toruan, M. Biomed  
Paulina Rosa Evriarti, S.Si.T., M.Biomed | apt. Dwi Kurnia Putri, M.Si  
Nurul Hidayah Nasution, M.Pd | Diana Intan Gabriella Lusiana, S.Si., M.Biomed  
Dr.dr. Wani Devita Gunardi, Sp.MK(K) | Asya Zahratu Rahma, S.Ft., M.M  
Waisaktini M, S.Gz., Dietisen., M.Gizi | Ayu Suraduhita, S.Si., M.Biomed

# MIKROBIOLOGI UMUM

Ria Amelia  
Sari Artauli Lumban Toruan  
Paulina Rosa Evriarti  
Dwi Kurnia Putri  
Nurul Hidayah Nasution  
Diana Intan Gabriella Lusiana  
Wani Devita Gunardi  
Asya Zahratur Rahma  
Waisaktini Margareth  
Ayu Suraduhita

Editor :  
Irda Wahidah Nasution



Scifintech

ANDREW WIJAYA

**PT. Scifintech Andrew Wijaya**

# Mikrobiologi Umum

## **Penulis :**

Ria Amelia; Sari Artauli Lumban Toruan; Paulina Rosa Evriarti; Dwi Kurnia Putri; Nurul Hidayah Nasution; Diana Intan Gabriella Lusiana; Wani Devita Gunardi; Asya Zahratur Rahma; Waisaktini Margareth; Ayu Suraduhita

## **Editor :**

Irda Wahidah Nasution

ISBN : 978-623-09-2225-1

## **Desain Sampul dan Tata Letak:**

Tika Reformatika Fuadi

## **Sumber:**

[www.canva.com](http://www.canva.com)

**Cetakan** : Februari 2023  
**Ukuran** : Unesco (15,5 X 23 cm)  
**Halaman** : viii, 197 halaman

## **Penerbit :**

PT. Scifintech Andrew Wijaya  
Anggota IKAPI DKI Jakarta

## **Redaksi :**

Jl. Mega Kuningan Barat No. 3 ,Kel. Kuningan Timur Kec Setia Budi  
Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta  
No. Hp : 087808498369  
Email : [andrewscifintech@gmail.com](mailto:andrewscifintech@gmail.com)  
Website : [scifintech.com](http://scifintech.com)

Hak cipta 2023 @ PT Scifintech Andrew Wijaya

Hak cipta dilindungi undang-undang, dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

## **KATA PENGANTAR**

---

Puji dan syukur kami panjatkan Tuhan Yang Maha Esa, karena telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ini dapat dipublikasikan. Buku ini merupakan book chapter nasional yang disusun oleh sejumlah akademisi dan praktisi dari berbagai daerah di Indonesia. Penulis berkolaborasi untuk menghasilkan buku dengan tema “Mikrobiologi Umum”. Buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif di bidang sains dan pendidikan, khususnya untuk mengenal mikroba dan cara mengkulturkan mikroba. Target pembaca pada buku ini yaitu para pendidik dari berbagai jenjang pendidikan, peneliti, mahasiswa, orang tua, maupun para pemerhati pendidikan yang tertarik pada mikroorganisme.

Buku ini terdiri dari 12 bab, yaitu: (1) Sejarah dan ruang lingkup mikrobiologi; (2) Morfologi bakteri; (3) Struktur dan fungsi sel prokariotik; (4) Sterilisasi dan desinfeksi; (5) Media kultur; (6) Metode kultur; (7) Identifikasi bakteri; (8) Genetika bakteri; (9) Infeksi; (10) Imunitas; (11) Antibodi – Immunoglobulin; (12) Reaksi antigen – antibodi. Buku ini disusun berdasarkan pemahaman dan pengalaman setiap penulis sesuai bidangnya, sehingga kemungkinan akan ditemukan beberapa kekurangan. Oleh karena itu, kami menerima masukan dan saran dari pembaca terkait penyempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang mendukung proses penyusunan dan publikasi buku ini, khususnya kepada Penerbit Scifintech Andrew Wijaya sebagai inisiator program book chapter. Semoga buku ini memberikan sumbangsih pengetahuan yang bermanfaat dan menjadi amal jariyah bagi setiap orang yang memanfaatkan ilmunya.

Jakarta, Februari 2023

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
BAB 1 .....	1
SEJARAH DAN RUANG LINGKUP MIKROBIOLOGI.....	1
A.    Pendahuluan .....	1
B.    Sejarah Perkembangan Mikrobiologi .....	1
C.    Fisiologi Bakteri .....	12
D.    Cakupan Mikrobiologi .....	13
BAB 2 .....	15
MORFOLOGI BAKTERI.....	15
A.    Pendahuluan .....	15
B.    Morfologi Bakteri.....	15
C.    Anatomi Bakteri .....	18
BAB 3 .....	30
STRUKTUR DAN FUNGSI SEL PROKARIOTIK.....	30
A.    Pendahuluan .....	30
B.    Perbedaan Sel Prokariotik dan Sel Eukariotik .....	31
C.    Struktur Sel Prokariotik dan Fungsinya.....	32
BAB 4 .....	43
STERILISASI DAN DESINFEKSI.....	43
A.    Pendahuluan .....	43
B.    Sterilisasi.....	44
C.    Desinfeksi .....	47
BAB 5 .....	50
MEDIA KULTUR .....	50
A.    Pendahuluan .....	50

B.	Tujuan Utama Media Kultur .....	52
C.	Bahan-bahan Umum dalam Media Kultur .....	56
D.	Macam-macam Media Pertumbuhan .....	57
E.	Pembuatan Media Kultur .....	64
BAB 6	.....	67
METODE KULTUR .....		67
A.	Pendahuluan .....	67
B.	Metode Kultur Bakteri .....	68
C.	Macam-Macam Metode Pengukuran Pertumbuhan .....	70
BAB 7	.....	87
IDENTIFIKASI BAKTERI.....		87
A.	Pendahuluan .....	87
B.	Pengambilan Spesimen.....	87
C.	Pemeriksaan Mikroskopis .....	92
D.	Pemeriksaan Molekuler .....	102
E.	Pemeriksaan Serologis.....	103
BAB 8	.....	107
GENETIKA BAKTERI.....		107
A.	Pendahuluan .....	107
B.	Genetika.....	108
C.	Genotipe dan Fenotipe Bakteri.....	108
D.	Genom Bakteri .....	110
E.	Pertukaran Materi Genetika Bakteri .....	116
F.	Pengaturan Sintesis Protein pada Sel Prokariotik .....	121
G.	Degradasi Protein.....	125
H.	Perbaikan Kerusakan DNA .....	127

BAB 9 .....	131
INFEKSI.....	131
A.    Pendahuluan .....	131
B.    Pengertian Infeksi.....	132
C.    Jenis infeksi.....	133
D.    Pengelompokan agen infeksi .....	136
E.    Patologi infeksi.....	146
F.    Cara penularan infeksi.....	149
G.    Upaya pencegahan penularan penyakit infeksi.....	150
BAB 10 .....	153
IMUNITAS.....	153
A.    Pendahuluan .....	153
B.    Sistem Imun .....	153
C.    Sistem Imun Innate .....	154
D.    Sistem Imun Adaptif .....	158
E.    Imunitas Aktif.....	163
F.    Imunitas Pasif.....	164
BAB 11 .....	169
ANTIBODI - IMMUNOGLOBULIN .....	169
A.    Pendahuluan .....	169
B.    Pengertian Antibodi.....	170
C.    Mekanisme Kerja Antibodi .....	173
D.    Jenis Immunoglobulin .....	175
BAB 12 .....	181
REAKSI ANTIGEN-ANTIBODI .....	181
A.    Pendahuluan .....	181

B. Antigen .....	181
C. Antibodi .....	183
D. Sistem Imun Non Spesifik dan Spesifik .....	186
E. Respon Imun .....	188
BIOGRAFI PENULIS.....	191

## BAB 1

### SEJARAH DAN RUANG LINGKUP MIKROBIOLOGI

Ria Amelia, S.Si., M.Imun.  
*STIKes Mitra Keluarga*

#### A. Pendahuluan

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang organisme berukuran mikroskopis seperti uniseluler (sel tunggal), multiseluler (sel koloni), dan aseluler (tidak memiliki sel). Mikrobiologi merupakan ilmu dasar yang memiliki banyak aplikasi pada dunia kesehatan, pertanian, industri dan bioteknologi. Hal ini dikarenakan mikrobiologi mencakup beberapa mikroorganisme. Ada lima grup besar dari mikroorganisme yaitu seperti bakteri (uniseluler), jamur (yeast dan jamur) yang dapat bersifat uniseluler atau multiseluler, virus (aseluler), protozoa (uniseluer) dan alga.

Pada bab ini akan dibahas secara lebih dalam tentang histori perkembangan mikrobiologi, kriteria umum organisme prokariotik, dan fisiologi bakteri.

#### B. Sejarah Perkembangan Mikrobiologi

Bidang mikrobiologi berkembang pesat sejak adanya penemuan mikroskop oleh para ilmuan di tahun 1.600an. Penemuan ini memberikan banyak kontribusi untuk perkembangan ilmu mikrobiologi. Adapun para peneliti dan postulat yang diberikan untuk perkembangan ilmu ini yaitu:

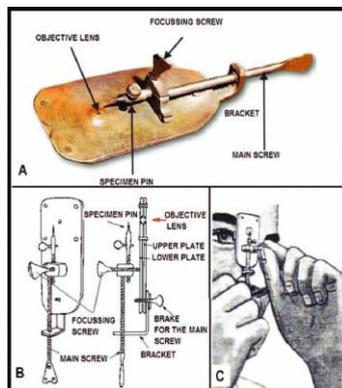
##### a. Robert Hooke (1635-1700)

Robert Hooke adalah orang pertama yang menemukan sel (struktur seperti sarang madu) dari sayatan jaringan gabung dari batang pohon *Quercus suber* L. Dia memperhatikan beberapa jamur mikroskopis. Kemudian, dia mengembangkan mikroskop sederhana

dengan pembesaran 30x dan mengamati beberapa mikroorganisme.

**b. Antony Van Leeuwenhoek (1632-1723)**

Leeuwenhoek adalah orang terkenal yang dijuluki sebagai Bapak Mikrobiologi. Dia adalah seorang pedagang Belanda dan hobi membuat lensa dan mikroskop. Mikroskop miliknya adalah mikroskop sederhana yang terdiri dari lensa kaca cembung ganda yang dipegang diantara dua perak piring yang bisa memperbesar 50 sampai 300 kali. Leeuwenhoek merupakan orang pertama yang mendeskripsikan protozoa dan bakteri. Dia mengamati beberapa bakteri dari plak giginya sendiri. Dia menamai mereka sebagai animalcules.



Gambar 1. Model Mikroskop Leeuwenhoek (Sumber gambar: [https://www.researchgate.net/figure/Leeuwenhoeks-microscope\\_fig3\\_317086271](https://www.researchgate.net/figure/Leeuwenhoeks-microscope_fig3_317086271))

**c. Teori Abiogenesis**

Setelah penemuan mikroorganisme oleh Leeuwenhoek, para ilmuwan mulai melakukan penyelidikan tentang asal muasal mikroba. Bahan organik mudah terurai dengan cepat di luar tubuh makhluk hidup sehingga diasumsikan bahwa mikroorganisme muncul secara spontan. Francesco Redi (1626), mendukung teori generasi spontan. Dia merebus daging dan menutupi

mulut labu dengan kain kasa. Lalat tertarik karena bau daging, bertelur di kawat kasa, yang kemudian berkembang menjadi belatung. Dengan demikian ia menetapkan bahwa belatung berasal dari daging dan bukan dari lalat. Selain itu, John Needham (1749), seorang pendeta Irlandia, mengamati munculnya mikroorganisme dalam daging yang membusuk dan menafsirkannya sebagai generasi spontan.

**d. La Zaro Spallanzi (1729-1799)- Teori Biogenesis**

Spallanzani, seorang pendeta Italia, merebus kaldu sapi selama satu jam. Kemudian, dia menutup labu dan mengamati tidak adanya mikroorganisme. Dia menyangkal teori generasi spontan atau asal usul kehidupan abiotik dan mengajukan teori biogenesis. Dia mengatakan bahwa setiap bentuk kehidupan berasal dari induknya, sel germinal atau bijinya. Teori biogenesis ini kemudian dibuktikan dan didukung oleh Louis Pasteur.

**e. Louis Pasteur (1822-1895)**

Dia adalah seorang Profesor Kimia di Universitas Lille, Prancis. Ia dianggap sebagai “Pelopor Mikrobiologi”, karena kontribusinya menyebabkan perkembangan Mikrobiologi sebagai disiplin ilmu tersendiri. Selain itu, dia membuktikan teori “Biogenesis” dan menyangkal “Teori generasi spontan” (Abiogenesis), secara eksperimental dengan menggunakan labu berleher angsa. Pasteur melewati udara yang tidak diolah dan tidak disaring ke dalam kaldu nutrisi yang direbus, kuman menetap di leher angsa dan tidak ada mikroba yang muncul dalam larutan. Dengan demikian ia membantah bahwa organisme hidup muncul dari benda mati. Dia juga bekerja pada pengasaman anggur dan bir dan menemukan bahwa pembusukan alkohol ini disebabkan oleh pertumbuhan organisme yang tidak diinginkan, sedangkan mikroorganisme yang diinginkan menghasilkan alkohol melalui proses kimia yang disebut

"Fermentasi". Dia menunjukkan bahwa anggur tidak rusak jika dipanaskan hingga 50-60°C selama beberapa menit. Metode ini disebut "Pasteurisasi", sekarang banyak digunakan di perusahaan susu, untuk membunuh mikroorganisme patogen dalam susu.

Louis Pasteur pendiri "Teori kuman penyakit". Dia memvisualisasikan bahwa penyakit disebabkan oleh mikroorganisme. Dalam penelitiannya, dia menemukan pentingnya sterilisasi dan menemukan alat sterilisasi uap, autoklaf, dan oven udara panas. Dia juga menetapkan pentingnya penutup kapas untuk perlindungan media kultur dari kontaminasi udara. Dia membedakan antara bakteri aerob dan anaerob dan menciptakan istilah "anaerob" untuk merujuk pada organisme yang tidak membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya.

Setelah itu, Louis Pasteur melakukan penelitian pada "Pebrine". Pebrine merupakan penyakit ulat sutera yang disebabkan oleh protozoa *Nosema bombycis*. Infeksi pebrine dapat dikendalikan dengan memilih ulat sutera yang bebas dari parasit untuk berkembang biak. Dia mengembangkan proses "pelemahan" pada penyakit "kolera ayam" pada unggas. Dia menemukan bahwa biakan bakteri kolera yang telah disimpan di laboratorium selama beberapa waktu tidak akan membunuh jika diberikan kepada hewan. Pelemahan ini sekarang digunakan dalam vaksinasi.

Pasteur menemukan bahwa penyakit antraks pada sapi dan domba disebabkan oleh bakteri. Kemudian, Dia membudidayakan bakteri penyebab antraks dalam air ragi steril, dan menunjukkan bahwa biakan ini dapat menghasilkan penyakit bila diinokulasikan ke hewan yang sehat. Oleh karena itu, Pasteur mengembangkan vaksin antraks hidup yang dilemahkan, dengan inkubasi pada suhu 40-42°C, yang terbukti bermanfaat dapat melindungi hewan dari antraks.

**f. John Tyndall (1820-1893)**

Dia merancang sebuah tempat wadah khusus untuk membebaskan debu di udara dan menyimpan kaldu steril di dalam wadah tersebut. Hasil eksperimen tersebut, tidak ada pertumbuhan mikroba yang diamati ketika kaldu yang disterilkan disimpan di dalam bilik. Dengan demikian, ia membuktikan bahwa debu di udara membawa kuman dan ini adalah sumber pertumbuhan mikroorganisme dan bukan generasi spontan. Dia juga mengembangkan metode sterilisasi yang disebut tyndallization. Tyndallization sebaliknya disebut sebagai intermiten atau sterilisasi fraksional. Proses sterilisasi fraksional dilakukan dengan memisahkan tahapan pemanasan menggunakan uap panas dan pendinginan selama 3 hari, cara ini dapat membunuh spora.

**g. Robert Koch (1843-1912)**

Dia adalah seorang Dokter dari negara Jerman yang kemudian menjadi Profesor hygiene dan Direktur Institut Penyakit Menular di Berlin. Dia menyempurnakan banyak teknik bakteriologis dan dikenal sebagai "Bapak Bakteriologi Praktis". Dia menemukan organisme berbentuk batang dalam darah hewan yang mati karena antraks. Dia secara eksperimental memperoleh organisme antraks dalam kultur murni pada saat menggoreskan darah yang terinfeksi ke dalam aqueous humor mata lembu jantan. Dia mengamati perbanyakan bakteri dan spora. Kemudian, dia menyuntikkan spora ini ke tikus dan memperbanyak penyakit. Ia menemukan teori bahwa pada kondisi tertentu, bakteri antraks dalam bentuk dapat bertahan hidup di bumi selama bertahun-tahun.

Dia memperkenalkan teknik pewarnaan. Dia menyiapkan film bakteri kering (Apusan) pada slide kaca dan mewarnainya dengan pewarna anilin untuk menghasilkan kontras yang lebih baik di bawah mikroskop. Ia menemukan basil tuberkel

(*Mycobacterium tuberculosis*) yang populer disebut sebagai basil Koch. Dia menyuntikkan basil tuberkel ke hewan laboratorium dan mereproduksi penyakit, memenuhi semua postulat Koch.

Ia menemukan *Vibrio cholerae*, agen penyebab penyakit kolera. Ia mengembangkan teknik kultur murni dengan memperkenalkan media padat. Penggunaan agar-agar yang diperoleh dari rumput laut kering (*Gelidium Sp.*) dalam pembuatan media bakteriologis padat pertama kali dikemukakan oleh Frau Hesse, istri murid Koch. Agar-agar ini benar-benar lembam tanpa nilai nutrisi, membeku pada suhu 45°C dan meleleh pada suhu 90°C, dan ditemukan sebagai bahan padat yang paling cocok. agen dalam persiapan media kultur. Koch mengisolasi bakteri dalam biakan murni media padat. Ini merevolusi bakteriologi.

Dia menemukan "*Old Tuberkulin*". Koch mencatat bahwa ketika basil tuberkel atau ekstrak proteinnya disuntikkan ke babi Guinea yang sudah terinfeksi basil, reaksi berlebihan terjadi dan reaksi tetap terlokalisasi. Hal ini populer disebut "*Fenomena Koch*" dan ini adalah demonstrasi imunitas yang dimediasi sel. Tes tuberkulin saat ini didasarkan pada fenomena Koch. Dia salah mengira bahwa protein yang diekstraksi dari basil tuberkel, yang disebut "*Old Tuberkulin*", dapat digunakan dalam pengobatan tuberkulosis. Koch melakukan serangkaian percobaan untuk memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh gurunya Henle untuk menetapkan peran penyebab antara mikroorganisme tertentu dan penyakit tertentu. Mereka dikenal sebagai postulat Koch (postulat Henle-Koch).

Postulat Koch yaitu:

1. Organisme tertentu harus ditemukan terus-menerus yang berhubungan dengan penyakit.

2. Organisme harus diisolasi dan ditumbuhkan dalam biakan murni di laboratorium.
3. Kultur murni bila diinokulasikan ke hewan rentan yang sehat akan menghasilkan gejala/lesi penyakit yang sama.
4. Dari hewan yang diinokulasi, mikroorganisme harus diisolasi dalam biakan murni.
5. Kriteria tambahan yang diperkenalkan adalah antibodi spesifik terhadap penyebab organisme harus dapat dibuktikan dalam serum pasien.

**h. Edward Jenner (1749-1823)**

Jenner adalah seorang dokter negara Inggris, yang menemukan vaksinasi yang aman dan efisien terhadap cacar yang akhirnya menyebabkan pemberantasan penyakit cacar (Variola). Jenner mengamati bahwa pekerja susu, yang terpapar infeksi cacar sapi di tempat kerja, kebal terhadap cacar. Dia membuktikan secara eksperimental bahwa resistensi terhadap cacar dapat diinduksi dengan menyuntikkan bahan cacar sapi (Vaccinia) dari cairan pada cacar ke manusia (tahun 1796).

Dia menguji vaksinnya dengan seorang anak kecil bernama James Philipp. Pasteur memberikan istilah umum "Vaksin" (Vacca = sapi) untuk menghormati vaksin cacar sapi Jenner, untuk berbagai bahan yang digunakan untuk menginduksi kekebalan aktif. Jenner menerbitkan temuannya pada tahun 1798 dalam sebuah pamflet "Penyelidikan tentang sebab dan akibat dari vaksin variole".

**i. Joseph Lister (1827-1912)**

Ia dikenal sebagai "Bapak Bedah Antiseptik". Dia adalah seorang profesor bedah di Universitas Glasgow dan Edinburg dan kemudian di King's College, London. Dia sangat tertarik dengan pencegahan sepsis pasca operasi. Dia tertarik dengan teori penyakit kuman Pasteur dan menyimpulkan bahwa sepsis atau infeksi

luka mungkin disebabkan oleh pertumbuhan mikroba, yang berasal dari atmosfer. Dia berhasil mencegah sepsis pasca operasi dengan memperkenalkan teknik antiseptik. Ia memilih asam karbol (Phenol) dan digunakan sebagai semprotan pada luka atau selama operasi. Dia mengoleskan pembalut yang dibasahi asam karbol pada luka. Akibatnya, terjadi penurunan yang nyata dari sepsis pasca operasi, radang luka dan nanah. Itu menyelamatkan jutaan nyawa dari rahang kematian akibat infeksi luka. Pembedahan antiseptik Lister kemudian mengarah pada pengembangan pembedahan aseptik. Dia menerima banyak kritik tetapi tidak pernah kehilangan keberanian dan mengikuti idenya sendiri dan merevolusi ilmu bedah dengan memperkenalkan sistem antiseptik pada tahun 1867.

**j. Iwanowsky (1892)**

Dmitri Iwanowsky, seorang ahli botani Rusia, menempati posisi penting dalam sejarah virologi. Pada tahun 1866, Adeolf E. Meyer, seorang ahli kimia pertanian Belanda menjelaskan penyakit tembakau yang disebut "Mosaik" dan menunjukkan bahwa penyakit tersebut dapat ditularkan ke tanaman yang sehat melalui getah tanaman yang sakit. Iwanowsky (1892) mendemonstrasikan bahwa penyakit ini disebabkan oleh agen yang dapat melewati filter, yang menahan bakteri. Dia memperoleh getah dari daun yang terinfeksi dan menyebarkannya melalui filter bakteri, yang disebut filter lilin chamberland, yang mempertahankan semua bakteri dan getah yang disaring masih mempertahankan infektivitas bila diterapkan pada daun yang sehat. Beijerinck (1898), seorang Ahli Mikrobiologi Belanda, menunjukkan bahwa agen infeksius ini dapat berdifusi melalui gel agar-agar dan merupakan "Contagion vivum fluidum" non-korpuskular yang disebutnya "Virus". Stanley (1935),

seorang Ahli Mikologi Inggris berhasil mendapatkan agen infeksi dari mosaik tembakau dalam bentuk kristal.

**k. Metchnikoff (1845-1916)**

Elie Metchnikoff, ahli biologi Rusia-Prancis, menemukan fenomena fagositosis, konsep imunitas seluler. Di Italia, tempat dia melakukan kunjungan penelitian, dia mempelajari larva transparan bintang laut dan melihat beberapa sel mereka dapat menelan dan mencerna partikel protein asing. Pemakan sel ini disebut "Fagosit". Dia melanjutkan pekerjaannya pada aksi fagositik, di Pasteur Institute, Paris dan menemukan bahwa dalam darah manusia sebagian besar leukosit (sel darah putih) bersifat fagosit dan menyerang bakteri penyerang. Hal ini selanjutnya mengakibatkan peningkatan jumlah leukosit pada daerah yang terinfeksi diikuti dengan daerah yang meradang menjadi panas, merah, bengkak dan nyeri akibat fagosit mati membentuk nanah. Dia menghabiskan dua dekade terakhirnya untuk mempelajari penuaan manusia, karena dia percaya bahwa fagosit pada akhirnya mulai mencerna sel inang dibantu oleh efek bakteri usus dan bahwa memerangi mereka secara efektif akan meningkatkan masa hidup manusia.

**l. Selman A Waksman (1945)**

Dia adalah seorang ahli mikrobiologi Amerika. Dia mengisolasi *Thiobacillus thiooxidans* yang merupakan penemuan penting sebelum dia mengidentifikasi antibiotik Streptomisin dari bakteri tanah. Pada tahun 1939 Waksman dan rekan-rekannya melakukan upaya sistematis untuk mengidentifikasi organisme tanah penghasil zat terlarut yang mungkin berguna dalam pengendalian penyakit menular, yang sekarang dikenal sebagai antibiotik. Dalam satu dekade, sepuluh antibiotik diisolasi dan dikarakterisasi. Tiga dari mereka dengan aplikasi klinis penting - actinomycin pada tahun 1940, streptomycin pada tahun 1944, dan neomisin

pada tahun 1949. Delapan belas antibiotik ditemukan di bawah arahan umumnya.

**m. Alexander Flemming (1881-1955)**

Dia adalah seorang ilmuwan Inggris yang bekerja di rumah sakit St. Mary di London. Flemming dikaitkan dengan dua penemuan besar - lisozim dan penisilin. Pada tahun 1922, ia menemukan lisozim dengan menunjukkan bahwa sekresi hidung memiliki kekuatan untuk melarutkan atau melisiskan jenis bakteri tertentu. Selanjutnya, ia menunjukkan bahwa lisozim terdapat di banyak jaringan tubuh. Pada tahun 1929, Flemming secara tidak sengaja menemukan bahwa jamur *Penicillium notatum* menghasilkan zat antibakteri yang disebut penisilin. Flemming membiakkan *Staphylococci* di Petridishes dan beberapa kulturnya terkontaminasi dengan jamur, yang kemudian diidentifikasi sebagai *Penicillium notatum*. Di sekitar koloni kapang, terdapat zona bening, tempat *Staphylococci* menghilang. Flemming menghubungkan ini dengan produksi zat antibakteri oleh jamur. Flemming membiakkan jamur *Penicillium notatum* dalam biakan kaldu, menyaring alas jamur dan memperoleh penisilin dalam bentuk larut dalam filtrat biakan. Pada tahun 1940, Howard Florey dan Ernst Chain mendemonstrasikan aksi antibakterinya secara *in vivo*. Bekerja di AS, mereka mampu memproduksi penisilin dalam jumlah besar dalam bentuk murni. Pada tahun 1945, Flemming, Florey dan Chain berbagi hadiah nobel dalam bidang fisiologi dan kedokteran untuk penemuan penisilin.

**n. Paul Ehrlich (1854-1915)**

Dia adalah seorang Bakteriolog Jerman, yang memelopori teknik kemoterapi dalam kedokteran. Dari penemuannya bahwa jaringan tertentu memiliki afinitas tertentu, ia beralasan bahwa organisme penyebab penyakit dapat dibunuh secara selektif dengan obat kimia. Ini membuatnya memproduksi "arsphenamine"

(senyawa arsenik), obat sintetik pertama, yang menghancurkan mikroba sifilis di dalam tubuh. Ehrlich mengamati bahwa arsenik organik membunuh tripanosoma pada hewan yang terinfeksi, tetapi jika dosis yang lebih kecil diberikan, tripanosom memperoleh toleransi terhadap obat tersebut. Oleh karena itu, ia bertujuan untuk "therapia magna sterilans" yaitu memasukkan ke dalam darah dosis tunggal agen kemoterapi yang cukup untuk membunuh parasit. Dia juga mengamati bahwa obat akan mengalami perubahan tertentu dalam tubuh setelah menghasilkan tindakan yang diinginkan.

**o. Martinus W. Beijerinck (1851-1931)**

Dia mengembangkan teknik kultur pengayaan, bersamaan dengan Sergey Winogradsky, yang memungkinkan isolasi mikroorganisme yang sangat terspesialisasi. Beijerinck membudidayakan dan mengisolasi *Bacillus radicola* (kemudian dinamai *Rhizobium leguminosarum*), bakteri yang mengikat nitrogen bebas dan menyebabkan pembentukan nodul pada akar Legum. Dia juga mencirikan *Azobacter* sebagai pengikat nitrogen, dan mengisolasi genus baru, *Aerobacter*. Terpencil bakteri pereduksi belerang dan bakteri pengoksidasi belerang dari tanah. Dalam mempelajari tembakau penyakit mosaik, ia menyimpulkan bahwa patogen yang dapat disaring adalah *contagium vivum fluidum*, a istilah yang diciptakan untuk menyampaikan konsepnya tentang agen infeksi yang hidup dalam bentuk cairan (nonseluler).

**p. Sergey Winogradsky (1856-1953)**

Ia mengembangkan Teknik Pengayaan Kultur untuk isolasi *Beggiatoa* sp. Dia menjelaskan sifat chemoautotrophic bakteri dan awalnya disebut sebagai "anorgoxydants." Dia

juga mengidentifikasi proses Nitrifikasi; mengisolasi bakteri nitrifikasi *Nitrobacter* dan mengisolasi *Azotobacter chroococcum* dan membuktikan kapasitas pengikatan nitrogennya. Karena kontribusinya yang bervariasi dalam mikrobiologi tanah, ia dianggap sebagai "Bapak Mikrobiologi Tanah". Selain itu, ia mengidentifikasi nutrisi Chemolithotrophic dari bakteri tanah dan juga menemukan bakteri pengikat nitrogen anaerob *Clostridium pasteurianum*.

### **C. Fisiologi Bakteri**

Semua mikroorganisme yang penting secara medis membutuhkan energi diperoleh melalui reaksi eksotermis—kemosintesis—dan semuanya membutuhkan sumber karbon. Organisme mampu menggunakan  $\text{CO}_2$  dianggap autotrof. Banyak patogen organisme mampu memanfaatkan senyawa organik kompleks. Namun, hampir semuanya dapat bertahan hidup dengan senyawa organik sederhana seperti glukosa. Skema utama untuk menghasilkan energi adalah melalui glikolisis melalui jalur Embden-Meyerhof.

Dua sumber utama lainnya untuk produksi energi adalah siklus asam trikarboksilat dan fosforilasi oksidatif atau, jalur pentosa-fosfat dapat digunakan. Organisme fakultatif dapat hidup dalam kondisi aerobik atau anaerobik. Aerob obligat terbatas pada penggunaan oksigen sebagai akseptor elektron terakhir. Anaerob (tumbuh di tidak adanya molekul  $\text{O}_2$ ) menggunakan proses fermentasi, yang dapat didefinisikan sebagai pemecahan metabolisme anaerobik yang menghasilkan energi dari molekul nutrisi, seperti glukosa, tanpa oksidasi bersih. Fermentasi menghasilkan laktat, asetat asam, etanol, atau produk sederhana lainnya (misalnya, asam format).

Banyak bakteri adalah saprofit, tumbuh pada hewan yang membusuk atau bahan nabati. Saprofit biasanya tidak menyerang jaringan hidup melainkan tumbuh di lingkungan kita. Namun, organisme saprofit dapat menjadi patogen pada

individu yang mengalami immunosupresi atau pada jaringan yang mati, seperti yang terlihat pada spesies *Clostridium*.

#### **D. Cakupan Mikrobiologi**

Saat ini, kita berada di era mikrobiologi. Mikroorganisme diakui sebagai alat penelitian dasar karena mereka membantu memahami dasar kimia dan fisik kehidupan karena mereka adalah kelompok organisme hidup yang dominan di biosfer dan secara aktif terlibat dalam aktivitas kita sehari-hari. Mikrobiologi terutama membuka jalan untuk menganalisis latar belakang biokimia dan genetik makhluk hidup. Selain itu, karena mikroba adalah model yang sangat baik untuk memahami fungsi sel dan karena mereka memainkan peran penting dalam bidang kedokteran, pertanian, dan industri yang menjamin kesejahteraan manusia. Mikrobiologi dianggap sebagai salah satu cabang ilmu yang vital dengan ruang lingkup yang sangat menjanjikan. Mikrobiologi bukan hanya satu kecil subjek untuk dieksplorasi. Ini memiliki hampir enam cabang utama. Mereka adalah sebagai berikut,

1. Mikrobiologi Pertanian berkaitan dengan siklus nutrisi tanah oleh mikroba, pembusukan mikroba limbah organik, mikroba terkait tanaman yang meningkatkan kesuburan tanah, dll.
2. Mikrobiologi Makanan mencakup informasi tentang mikroba yang terlibat dalam pembusukan makanan, penyakit bawaan makanan, produk makanan komersial yang disiapkan menggunakan mikroba, dll.
3. Mikrobiologi Industri mengeksplorasi kegunaan mikroba dalam produksi antibiotik, enzim, minuman beralkohol, produk makanan fermentasi, dll.
4. Mikrobiologi Medis berkaitan dengan studi yang berkaitan dengan mikroba penyebab penyakit, tindakan diagnostik dan pencegahannya, perancangan obat, dll.
5. Mikrobiologi Perairan berurusan dengan pemurnian air dan degradasi biologis limbah dalam ekosistem perairan oleh mikroba.

6. Aero Mikrobiologi berbicara tentang mikroorganisme yang lazim di udara, kelimpahannya dan masalah yang bermanfaat atau berbahaya.
7. Exomicrobiology adalah tentang eksplorasi kehidupan di luar angkasa.
8. Mikrobiologi Geokimia menganalisis kehidupan mikroba dan kontribusinya di daerah pembentukan batubara, minyak dan gas.

Karena setiap cabang mikrobiologi memiliki spesialisasi masing-masing yang berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, mikrobiologi selalu dinobatkan sebagai cabang biologi yang inovatif dan selalu hijau yang memiliki cakupan yang lebih luas untuk dieksplorasi para ilmuwan baru. Kita hidup di dunia mikroba yang tanpanya hidup tidak akan bebas masalah dan nyaman.

### **Daftar Pustaka**

- Actor, Jeffrey K. 2012. *Elsevier's integrated review immunology and microbiology 2 nd*. Elsevier: Philadelphia.
- Dutta, A. 2020. Definition, Scope, and History of Microbiology. MLT College Saharsa: India.
- Elliot T., T. Worthington, H. Osman, M.Gill. 2013. Mikrobiologi Kedokteran dan Infeksi. EGC, Jakarta
- Irianto Koes. 2013. Mikrobiologi Medis. Bandung: Penerbit Alfabeta Bandung
- Jawetz, Melnick dan Adelberg. 2018. Mikrobiologi Kedokteran, edisi 27, EGC. Jakarta
- Pelczar, M.J. dan Chan. 2008. Dasar-Dasar Mikrobiologi 1 dan 2. Indonesia: UI Press

## BAB 10

### IMUNITAS

Ria Amelia, S.Si., M.Imun.  
*STIKes Mitra Keluarga*

#### A. Pendahuluan

Sejarah kata “*Immunity*” berasal dari bahasa latin imunitas yang diberikan kepada kota atau negara yang diberikan kebebasan membayar pajak ke Roma atau kepada seseorang yang dibebaskan dari tugas negara. Istilah Imunitas sudah digunakan dalam buku Lucan (De Bello Civile) untuk menggambarkan suku Psylli di Libya, Afrika Utara yang memiliki kekebalan terhadap bisa ular. Berdasarkan hal sebut pengertian imunitas yaitu kondisi telah terbentuknya sistem kekebalan tubuh adaptif yang ditandai dengan adanya antibodi dalam plasma dan mampu meregulasi aktivasi sistem imun bawaan (*innate*). Pada bab ini akan membahas mengenai imunitas aktif dan pasif. Perbedaan imunitas aktif dan pasif. Selain itu juga akan dibahas tentang macam-macam jenis vaksin dan respon imun yang ditimbulkan akibat setiap jenis vaksin.

#### B. Sistem Imun

Sistem imun terdiri dari banyak jenis sel yang diorganisir secara terpisah ke dalam jaringan limfoid dan organ. Sistem imun memiliki kekuatan bergerak dalam aliran darah agar selalu siap melawan mikroba yang masuk ke dalam tubuh. Sel-sel sistem imun terpisah satu sama lain tetapi dalam menjaga homeostatis tubuh sel-sel sistem imun saling berkomunikasi satu sama lain dengan cara kontak antar sel dan sekresi molekul seperti sitokin dan kemokin. Sistem imun akan teraktivasi jika terdapat infeksi.

Aktivasi sistem imun yang berlebihan terkadang tidak hanya mematikan patogen tetapi juga menyebabkan kerusakan jaringan

tubuh lainnya sehingga menyebabkan gejala klinis yang parah. Sistem imun terdiri dari sistem imun innate dan adaptif. Setiap sistem imun innate memiliki anggota sel dan molekul yang beragam. Demikian pula dengan sistem imun adaptif yang memiliki anggota sel dan molekul yang bersifat spesifik dan mampu meregulasi anggota sistem imun innate.

### **C. Sistem Imun Innate**

Sistem imun innate disebut juga sistem imun bawaan atau sistem imun alami. Sistem imun innate akan aktif dalam melawan mikroba pada saat beberapa jam atau hari setelah terinfeksi dan kerusakan sel, sebelum sistem imun adaptif teraktivasi. Pada sistem imun innate tidak memiliki perbedaan dalam mengeliminasi mikroba, baik terinfeksi pertama kali maupun kedua kali sehingga sistem imun innate tidak memiliki spesifisitas dan memori.

Komponen sistem imun innate yaitu:

- 1) Pertahanan fisik dan kimia seperti sel epidermis kulit, epitel bersilia pada lubang hidung dan tenggorokan. Sebagian besar organisme dan zat asing tidak dapat menembus kulit kecuali jika terjadi luka atau kerusakan pada kulit.
- 2) Selular. Beberapa sel masuk ke dalam sistem imun innate dan sebagian sel yang memiliki kemampuan fagosit berperan sebagai penghubung anatar sistem imun innate dan aktivasi sistem imun adaptif. Sel-sel yang termasuk dalam sistem imun yaitu:
  - a) Sel polimorfonuklear (PMN) seperti eosinophil, basophil, dan netrofil. Sel PMN memiliki granulosit yang mengandung enzim lisosom yang dapat menghancurkan mikroorganisme seperti pada sel eosinophil dan basofil dan mengandung protein

antibakteri seperti laktoferrin yang dihasilkan oleh sel netrofil.

- b) Makrofag merupakan sel yang memiliki kemampuan fagosit yang merupakan turunan dari monosit. Monosit dapat bermigrasi ke jaringan dan mengalami diferensiasi ke berbagai bentuk histologis, yang semuanya berperan dalam fagositosis.
- c) Sel dendrit memiliki kemampuan mengenali antigen asing dan memfagosit patogen kemudian menunjukkan antigen yang bersifat imunogenik dari suatu mikroba untuk ditunjukkan kepada sel T sehingga sistem imun adaptif teraktivasi. Oleh karena itu sel dendrit termasuk dalam kelompok sel *Antigen Presenting Cell* (APC).
- d) Sel pembunuh alami/ *natural killer* (Sel NK). Berdasarkan histologi sel NK merupakan sel limfosit besar. Sel NK dapat membedakan sel yang terinfeksi mikroba dan tidak terinfeksi dengan cara berikatan dengan *Major Histocompatibility Complex* (MHC) kelas 1 pada sel yang sehat, jika sel tersebut mengalami infeksi, akan mengekspresikan reseptor MIC (*MHC kelas 1 Chain*) pada membran bukan MHC kelas 1 sehingga mengaktifkan reseptor NKG2D pada sel NK untuk memproduksi perforin dan granzyme sehingga sel target lisis.
- e) Sel *Lymphoid Innate* (ILCs) merupakan keluarga heterogen imun innate. ILCs yang telah terbukti membantu dalam imunitas pada infeksi fase akut infeksi, remodeling jaringan, pertahanan anatomi mikroorganisme komensal (misalnya, mikrobiota yang menghuni saluran pencernaan kita dengan hubungan simbiosis komensalisme di mana satu spesies diuntungkan sedangkan lain tidak

terpengaruh), penyembuhan luka, dan dalam mempertahankan integritas epitel di situs mukosa.

- f) Sel Mast: sel mast terdapat pada kulit dan epitel mukosa. Sel mast cepat mengeluarkan sitokin proinflamasi dan mediator lipid dalam respon terhadap infeksi.
- g) Sel limfosit  $T\gamma\delta$ : Sel limfosit  $T\gamma\delta$  memiliki respon yang cepat saat terjadi infeksi pertama terutama di lapisan mukosa dan memiliki keterbatasan dalam keanekaragaman reseptor antigen sehingga masuk ke dalam sistem imun alami.
- h) Sel limfosit B 1-B: sama seperti sel  $T\gamma\delta$  memiliki keterbatasan dalam keanekaragaman reseptor antigen, memiliki respon yang cepat pada antigen mikroba dalam imun respon. Sel B 1-B memiliki kemampuan untuk merespon antigen polisakarida, lipid dan menghasilkan antibodi alami tanpa dicetus oleh imunisasi terlebih dahulu.

3. Humoral. Sistem imun innate humoral merupakan komponen yang bersifat cairan berupa protein yang terdapat dalam serum darah. Anggota humoral sistem imun innate yaitu:

- a) Protein fase akut merupakan protein yang disintesis oleh sel hepatosit sebagai respon dari inflamasi yang meningkatkan konsentrasi plasma sesudah infeksi terjadi pada fase akut. Protein fase akut dapat menginaktivasi protease serin, mendukung proses penyembuhan luka, dan membersihkan radikal oksigen. Ekspresi produksi protein fase akut diinduksi oleh IL-6, glukokortikoid, IL-1 dan TNF.
- b) Sistem komplemen merupakan salah satu dari sistem pertahanan imun alami berupa suatu sistem serum dan protein permukaan sel yang berinteraksi satu sama lain, bekerja sama untuk opsonisasi mikroba, untuk

mendorong perekrutan fagosit ke tempat infeksi dan dalam beberapa kasus dapat langsung membunuh mikroba.

- c) Sitokin merupakan kelompok besar protein dan heterogen yang diproduksi oleh beberapa jenis sel yang berbeda berfungsi sebagai media inflamasi dan reaksi imunitas. Peranan sitokin sebagai mediator komunikasi antar sel yang berperan dalam sistem imun alami dan adaptif. Beberapa jenis sitokin sitokin dari asal sel yang memproduksi, target sel dan efek biologi dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini;

Tabel 1. Macam-macam Sitokin

No.	Sitokin	Produksi sel	Target sel dan efek biologi
1.	Tumor nekrosis faktor (TNF)	Makrofag, sel T	Sel endotelial: aktivasi (inflamasi dan regulasi)
2.	Interleukin-1 (IL-1)	Makrofag, sel endotel, beberapa sel epitel	Sel endotelial: aktivasi (inflamasi dan regulasi) Hipotalamus: demam Hati: sintesis protein fase akut.
3.	Interleukin-12 (IL- 12)	Makrofag, sel dendrit.	Sel T: diferensiasi sel T Sel NK dan sel T: sintesis IFN- $\gamma$ , meningkatkan aktivitas sitotoksik.
4.	Interleukin-10 (IL- 10)	Makrofag, sel T (terutama sel Treg)	Marofag, sel dendrit: menghambat ddann kostimulator ekspresi produksi IL-12 dan molekul MHC kelas II
5.	Interleukin-6 (IL-6)	Makrofag, sel endotelial dan sel T	Hati : sintesis protein fase akut. Sel B: proliferasi sel produksi antibodi.

6.	Interleukin-15 (IL-15)	Makrofag dan sel yang lain	Sel NK: proliferasi Sel T : proliferasi (sel memori CD8 <sup>+</sup> )
7.	Interleukin-18 (IL-18)	Makrofag	Sel NK dan Sel T: sintesis IFN $\gamma$
8.	Interleukin-23 (IL-23)	Makrofag dan sel dendrit	Sel T : mengatur produksi IL-17 dari sel T
9.	Interleukin-27 (IL-27)	Makrofag dan sel dendrit	Sel T: diferensiasi Th1, menghambat sel Th1. Sel NK: sintesis IFN- $\gamma$ .
10.	Interleukin-11 (IL-11)		Menginduksi produksi platelet
11.	Interleukin-7	Fibroblast, sel punca di sumsum tulang belakang	Progenitor Limfosit immature: proliferasi sel T dan sel B Limfosit T: pertahanan sel naif dan sel memory

#### D. Sistem Imun Adaptif

Respon imun adaptif dimediasi oleh sel limfosit dan produknya. Sel Limfosit mengekspresikan sangat beragam reseptor yang mampu mengenali sejumlah besar antigen. Ada dua sel limfosit yaitu sel limfosit B yang berfungsi untuk memproduksi antibody dan limfosit T yang meregulasi berbagai jenis respon imun innate dan adaptif.

Sifat-sifat sistem imun adaptif yaitu;

##### a) Specificity

Respon imun bersifat spesifik terhadap antigen tertentu. Antibodi atau limfosit dapat mengenal bagian dari protein kompleks atau antigen dari mikroba. Bagian molekul yang dikenali antibodi atau limfosit secara spesifik disebut determinan atau epitop. Sifat spesifik dari sistem imun innate menyebabkan berkembang teori *klonal selection* yang menyatakan “satu antibody untuk satu antigen”.

b) Diversity

Tubuh manusia mempunyai sistem imun yang berpotensi mengenal antigen di lingkungan hidupnya. Limfosit yang mempunyai spesifisitas terhadap antigen di dalam tubuh seluruhnya disebut "*lymphocyte repertoire*" → diperkirakan dapat mendiferensiasi  $10^9$  determinan. Bila suatu limfosit terinduksi antigen → limfosit akan berproliferasi membentuk satu klon spesifik — "*teori klonal selection*".

c) Respon imun terhadap antigen akan meningkat efektifitasnya apabila terpapar/bertemu antigen yang sama untuk kedua kali dan seterusnya — disebut "*immunological memory*" & diperankan oleh "*memory cells*".

d) Self limitation.

Respon imun yang normal akan menurun dan menghilang beberapa waktu setelah stimulasi dihentikan.

e) Discrimination of self from nonself

Dapat membedakan antigen asing dari komponen sendiri. Limfosit akan bereaksi terhadap stimulasi antigen asing tetapi tidak memberi respon pada molekul & komponen sendiri—toleransi imun (*immune tolerance*).

Kelima sifat inilah yang membedakan sistem imun innate dan adaptif. Pada Tabel 2 dibawah ini menyajikan perbedaan antara sistem imun innate dan adaptif.

Tabel 2 dibawah ini menyajikan perbedaan antara sistem imun innate dan adaptif

No.	Perbedaan	Imunitas Alami	Imunitas Adaptif
1.	Speksifisitas	Hanya dapat mengenali struktur umum yang banyak terdapat pada mikroba dan molekul produksi mikroba, tetapi tidak membedakan	Mampu mengenali dan bereaksi secara spesifik antar jenis mikroba yang berbeda dan molekul

		secara spesifik setiap jenis mikroba.	produksi mikroba.
2.	Reaksi	Tidak bergantung pada ikatan antigen-antibodi.	Bergantung pada interaksi antigen-antibodi
3.	Respon terhadap infeksi	Segera/ Cepat karena merupakan sistem pertahanan pertama yang berperan dalam mengenali, melisis atau memfagosit mikroba patogen dan memberi sinyal keberadaannya kepada inang	Tertunda/ Lambat karena respon dimulai dengan pengenalan antigen, pengaktifan dan proliferasi limfosit T dan B serta membuat seperangkat sel-sel T dan B memori spesifik-antigen yang memediasi terjadinya respon sekunder terhadap antigen di kemudian hari.
4.	Memori	Tidak ada memori, tidak memerlukan paparan sebelumnya dari mikroba yang masuk.	Ada memori, memiliki kemampuan untuk "mengingat dan mengenali" struktur antigen setiap jenis mikroba yang pernah masuk pada infeksi pertama, sehingga

			respon imun adaptif pada infeksi kedua lebih cepat dan antibodi yang dihasilkan lebih banyak daripada infeksi pertama.
5.	Pertahanan selular dan kimia	Kulit, epitel mukosa, molekul anti mikroba (Lisozim, Defensin),	Sel limfosit pada epitel, antibodi yang disekresikan pada permukaan epitel.
6.	Protein darah	Sistem komplemen, protein fase akut, sitokin, kemokine.	antibodi
7.	Sel	Sel Fagosit (Makrofag, Netrofil), Natural Killer Sel (sel NK).	Limfosit T dan Limfosit B,

Komponen sistem imun adaptif tidak sekompleks sistem imun innate. Komponen sistem imun adaptif yaitu sel limfosit T dan limfosit B. Ada beberapa macam sel limfosit T berdasarkan peranannya dalam sistem imun yaitu ; sel Thelper 1, sel T helper 2, sel Tsitotoksik, dan sel Tregulator. Adapun peranan masing-masing sel yaitu:

a) Peranan sel Th1

- mengaktifkan sel-sel yang berhubungan dengan respon imun selular antara lain sel makrofag, sel T CD8, dan sel Natural Killer (NK) untuk memfagositosis dan menghancurkan mikroba.
- Memproduksi sitokin IFN $\gamma$ : fungsi utamanya mengaktifasi sel effektor seperti makrofag dari sistem imun dan mendorong sel B untuk pindah subkelas dari

IgG menghambat perpindahan Isotype IL-4-dependent seperti IgE, mendorong diferensiasi sel Th CD4<sup>+</sup> menjadi sel Th 1, menstimulasi ekspresi beberapa protein yang berperan dalam peningkatan MHC-Associated antigen presentation dan inisiasi dan amplifikasi dari respon imun sel T dependent

- Memproduksi *TNF - α*, (*Tumor necrosis factor alpha*) adalah sitokin yang diproduksi oleh makrofag dan sel Th 1 yang mempunyai banyak fungsi dalam sistem imun. Merupakan protein yang dihasilkan selama respon inflamasi. TNF-α tidak hanya akibat dari peradangan, juga merupakan zat yang mempromosikan peradangan.

b) Peranan sel Th2 ialah

- menstimulan sel B untuk memproduksi Ig-E dan eosinofil sebagai media reaksi untuk memusnahkan infeksi cacing.
- Memproduksi sitokin IL-4 sebagai mediasi untuk induksi antibodi IgE, IL-5 untuk mengaktivasi eosinofil dan IL-13 bekerja sama dengan IL-4 memproduksi efek biologi yang berhubungan dengan inflamasi alergi, alternatif aktivasi makrofag, menstimulasi produksi mukus, dan merupakan komponen penting dari reaksi alergi seperti asma.

c) Peranan sel Tsitotoksik (sel Tc) ialah mengeliminasi mikroba intraselular dengan cara membunuh/menghancurkan sel yang telah terinfeksi mikroba. Pengikatan antigen pada reseptor yang terdapat pada sel Tc dapat merangsang sekresi berbagai senyawa limfokin dan perforin yaitu suatu senyawa yang dapat merusak membran sel.

d) Peranan sel Tregulator ialah

- menekan respon imun dan menjaga toleransi self-antigen agar sel Tnaive tidak aktif dan mengenali antigen diri

sendiri. Sifat sel Treg CD4<sup>+</sup> mengekspresikan dengan kadar tinggi CD25, rantai  $\alpha$  dari reseptor IL-2 yang memiliki afinitas tinggi pada permukaan sel dan memproduksi sitokin Tumor Growth Factor- $\beta$  (TGF- $\beta$ ) dan IL-10. Faktor transkripsi FoxP3, mutasi pada gen FoxP3 dapat menyebabkan defisiensi sel Treg. Defisiensi Treg menyebabkan penyakit autoimun pada manusia yang disebut IPEX (*immune dysregulation, polyendocrinopathy, enteropathy, X-linked syndrome*). Hal ini berarti membuktikan bahwa sel Treg berperan dalam menjaga toleransi-self untuk mencegah terjadinya penyakit autoimun.

- Sel Treg mencegah terjadinya penyakit yang dimediasi oleh reaksi imun. Sel Treg membatasi kerusakan jaringan inang yang dapat terjadi selama respon imun yang kuat terhadap mikroba.

## E. Imunitas Aktif

Imunitas aktif mengacu pada proses mengekspos tubuh terhadap antigen untuk menghasilkan respon imun adaptif. Aktivasi respon imun tubuh ini membutuhkan waktu berhari-hari/minggu untuk berkembang dan aktif dalam jangka waktu yang lama bahkan seumur hidup. Imunitas aktif dapat dibagi menjadi dua macam yaitu imunitas aktif alami dan imunitas aktif didapat.

Imunitas aktif alami terjadi dengan sendirinya misal secara alami terpapar infeksi virus hepatitis A (HAV) sehingga mengaktifkan respon imun adaptif sehingga membentuk sel limfosit T dan B memori. Imunitas aktif alami biasanya memberikan perlindungan seumur hidup sehingga jika terpapar kembali atau pemberian vaksin hepatitis A akan mengaktifkan respon imun adaptif untuk memproduksi antibody IgG dengan kadar yang lebih tinggi, dibandingkan saat terkena virus secara alami antibody yang diproduksi kelas Ig M.

Imunisasi aktif dengan berbagai jenis vaksin memiliki peranan penting dalam pengurangan kematian akibat penyakit menular, terutama pada anak-anak. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia memiliki program Imunisasi Rutin Lengkap mulai dari usia anak 0 bulan sampai 15 tahun.

## **F. Imunitas Pasif**

Imunitas pasif mengacu pada proses penyediaan antibodi IgG untuk melindungi dari infeksi. Imunitas pasif memberikan perlindungan langsung ke tubuh, tetapi jangka waktu perlindungan pendek dapat beberapa minggu hingga paling lama 3 -4 bulan.

Kekebalan pasif alami seperti pemindahan antibodi ibu (Ig G) melintasi plasenta ke janin memberikan kekebalan pasif alami untuk bayi yang baru lahir, beberapa minggu/bulan antibodi tersebut terdegradasi dan hilang. Contoh lain Imunisasi pasif alami yaitu pemberia ASI dari ibu ke anak.

## **Macam-macam Jenis Vaksin.**

### **a) Vaksin hidup yang dilemahkan.**

Dalam beberapa kasus, mikroorganisme dapat dilemahkan atau dinonaktifkan sehingga mikroba tersebut kehilangan kemampuan untuk menyebabkan penyakit yang signifikan (patogenisitas) tetapi masih mampu mempertahankan kapasitasnya untuk pertumbuhan sementara dalam tubuh inang. Beberapa agen secara alami dilemahkan berdasarkan ketidakmampuan mereka untuk menyebabkan penyakit dalam tubuh inang, meskipun mereka dapat mengimunisasi tubuh inang secara aktif. Antibodi yang dihasilkan dari vaksin jenis ini yaitu IgG dan IgA. Contoh vaksin ini yaitu campak, penyakit gondok, polio (vaksin Sabin), rotavirus, rubella, TBC, Varisela, Demam kuning.

### **b) Vaksin Inaktif atau mati.**

Cara umum lainnya untuk membuat patogen aman digunakan dalam vaksin adalah dengan mematikan patogen dengan cara dipanaskan atau menggunakan bahan kimia. Kedua hal ini dapat membunuh patogen dan membuatnya tidak mampu bereplikasi. Namun, masih memungkinkan untuk menginduksi respon imun inang setidaknya beberapa antigen yang terkandung dalam patogen tersebut. Contoh vaksin Kolera, Influenza, Hepatitis A, Polio (*salk vaccine*) dan Rabies.

c) Vaksin Subunit.

Banyak risiko yang terkait dengan vaksin hidup yang dilemahkan atau dibunuh. Salah satu cara yang dapat dihindari dengan strategi yang digunakan bagian epitope dari patogen yang spesifik dan bersifat imunogenik. Tiga aplikasi yang paling umum dari vaksin subunit, adalah inaktivasi eksotoksin atau toksoid, polisakarida kapsuler atau permukaan glikoprotein, dan antigen protein rekombinan. Contoh toksoid yaitu vaksin difteri dan tetanus.

d) Vaksin rekombinan vector

Vektor rekombinan mempertahankan keunggulan hidup vaksin hidup yang dilemahkan. Gen patogen menyandikan bagian yang paling antigenik dapat dimasukkan ke dalam virus atau bakteri yang dilemahkan. Organisme yang dilemahkan berfungsi sebagai vektor, bereplikasi di dalam inang yang divaksinasi dan mengekspresikan produk gen dari patogen yang disisipkan. Keunggulan vaksin ini dapat lebih dari satu jenis agen imunisasi yang masuk dalam vaksin. Contoh vaksin rekombinan yaitu DPT (Difteri-Pertusis-Tetanus), Hepatitis A dan B.

e) Vaksin DNA

Strategi vaksinasi yang lebih baru, yang disebut vaksin DNA, menggunakan DNA plasmid yang mengkode protein antigenic dari suatu patogen yang kemudian disuntikkan langsung ke otot penerima. Strategi ini bergantung pada sel

inang untuk mengambil DNA plasmid yang telah disuntikkan dan menghasilkan protein imunogenik secara *in vivo*, sehingga mengarahkan antigen plasmid melalui presentasi MHC kelas I endogen. Jalur sehingga membantu mengaktivasi respons sel Thelper. Namun vaksin ini masih dalam tahap penelitian belum menghasilkan produk.

## Daftar Pustaka

- Abbas, A.K., Andrew, H.L., Shiv, P. 2021. *Cellular and Molecular IMMUNOLOGY tenth edition*. Elsevier Saunders : USA.
- Abbas, A.K., Andrew, H.L., Shiv, P. (2018). *Cellular and Molecular Immunology*. Philadelphia: Elsevier Saunders :USA.
- Baxter, D., 2007. Active and passive immunity, vaccine types, excipients and licensing. *Occupational Medicine*, Vol 57:552–556 doi:10.1093/occmed/kqm110.
- Coudert JD, Zimmer J, Tomasello E, Cebecauer M, Colonna M, Vivier E, Held W. Altered NKG2D function in NKvcells induced by chronic exposure to NKG2D ligand-expressing tumor cells. *Blood*. 2005 Sep 1;106(5):1711-7. doi: 10.1182/blood-2005-03-0918. Epub 2005 May 10. PMID: 15886320.
- Kennedy, Richard O dan Caroline Murphy. 2017. *Immunoassays Development, Applications and Future Trends*. Pan Stanford Publishing: Singapura.
- Owen, J.A., Punt, J., Stranford, S.A., Jones, P.P. 2009. *KUBY IMMUNOLOGY seventh edition*. W.H. Freeman and Company: USA.
- Parmely, Michael J. 2013. *Medical Notes; IMUNOLOGI KLINIK. KARISMA: Tangerang*

- Stevens, Christine Dorresteyn. (2010). *Clinical Immunology and Serology a Laboratory Perspective*. F.A. Davis Company: Philadelphia.
- Turgeon, Mary Louise. (2014). *Immunology & Serology In Laboratory Medicine*. Elsevier: Missouri.

## BIOGRAFI PENULIS



**Ria Amelia, S.Si., M.Imun.**, lahir di Jakarta 26 April 1989. Beliau telah menyelesaikan Pendidikan S-1 Biologi di Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2006-2011. Kemudian menyelesaikan pendidikan S-2 Imunologi di Universitas Airlangga pada tahun 2012-2015.

Perjalanan karir dimulai dari menjadi peneliti stem cell dan biologi molekuler disalah satu klinik swasta tahun 2015. Pada tahun 2016 menjadi dosen di program studi DIII Teknologi Laboratorium Medis STIKes Mitra Keluarga. Saat ini mata kuliah yang telah diajarkan beliau antara lain yaitu: Imunoserologi, Imunohematologi, Imunologi Dasar, Hematologi, Urinalisa, Cairan Tubuh, Kimia Klinik dan Sitohistoteknologi. Buku yang telah ditulis oleh yaitu Imunoserologi: Teknologi Laboratorium Medis dan Biokimia Dasar. Penulis juga aktif dalam melakukan penelitian dan publikasi ilmiah. Hasil publikasi beliau yang dapat diakses pada <https://orcid.org/0000-0002-1673-7141>



**Sari Artauli Lumban Toruan, M.Biomed.**, lahir di Bengkulu 16 Maret 1994. Pada Tahun 2012-2015 beliau telah menyelesaikan Pendidikan D-III Analis Kesehatan di Poltekkes Kemenkes Bengkulu. Kemudian menyelesaikan pendidikan strata satu Kimia Kosentrasi Analis Kesehatan di Sekolah Tinggi Analis Bakti Asih pada tahun 2015-2017 dan menyelesaikan Pendidikan strata dua Ilmu Biomedik di Universitas Indonesia pada tahun 2018-2020.

Perjalanan karir dimulai dari Laboran di Rumah Sakit Ibu Anak Harapan Bunda Bandung pada tahun 2016, kemudian pada tahun 2020 saat setelah menyelesaikan Pendidikan strata dua Ilmu Biomedik memutuskan memulai karir sebagai Dosen di Universitas Pelita Harapan dan pada tahun 2022 melanjutkan karir Dosen Aparatur Sipil Negara di Politeknik Negeri Indramayu. Saat ini mata

kuliah yang pernah diampu antara lain Kimia Farmasi, Mikrobiologi dan Parasitologi, Biokimia, Imunologi, Kimia Organik, Farmakoepidemiologi, Kimia Farmasi Analisis, Toksikologi, Kromatografi dan Elusidasi, Farmakologi, dan Ilmu Biomedik Dasar Keperawatan.



**Paulina Rosa Evriarti, S.Si.T., M.Biomed.**, lahir di Palembang 19 Juni 1995. Beliau telah menyelesaikan Pendidikan D-IV Analis Kesehatan di Universitas Katholik Musi Charitas Palembang pada tahun 2012-2016. Kemudian menyelesaikan pendidikan strata dua Biomedik perminatan Mikrobiologi di Universitas Indonesia pada tahun 2017-2020.

Perjalanan karir dimulai dari praktik laboratorium di Balai Pengobatan Mulo Lahat, Sumatera Selatan pada tahun 2016. Tahun 2017, saat memutuskan melanjutkan pendidikan strata dua, beliau melanjutkan karir sebagai guru les privat. Kemudian pada tahun 2019, beliau mengikuti seleksi CPNS dan terangkat sebagai aparatur sipil negara (ASN) di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar pada tahun 2021.

Selain menempuh akademik secara formal, beliau juga aktif mengikuti beberapa pelatihan seperti Pembuatan Panel Mikroskopis BTA, Pemeriksaan PCR SARS-CoV-2, Whole Genome Sequencing SARS-Cov-2, dan PCR Monkeypox. Saat ini beliau aktif sebagai pranata laboratorium kesehatan di BBLK Makassar khususnya di instalasi mikrobiologi dan biologi molekuler.



**apt. Dwi Kurnia Putri, S.Farm., M.Si.** lahir di Bengkulu 15 Januari 1994. Beliau menempuh pendidikan S1 Farmasi dan Profesi Apoteker di Universitas Ahmad Dahlan pada tahun 2011-2016. Kemudian menyelesaikan pendidikan strata dua dibidang Herbal-Eстетika Indonesia pada tahun 2020 dari Universitas Indonesia.

Perjalanan karir dimulai dari praktik Apoteker di Apotek Kimia Farma pada tahun 2016 dan berakhir 2020. Kemudian pada Juli tahun 2020, beliau mulai meniti karir menjadi Dosen di Politeknik Kesehatan Hermina program studi D-III Farmasi sampai

Awal Tahun 2022. Karir dosen dilanjutkan di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Purwokerto sampai saat ini.

Mata kuliah yang beliau ajar antara lain Kosmetologi, FTS Steril Teori dan Praktikum, Biofarmasetika Teori dan Praktikum, Praktikum Ilmu Resep, Praktikum *Componding and Dispensing* (CnD), dan Stabilitas Obat.



**Nurul Hidayah Nasution, M.Pd.** Ketertarikan penulis terhadap ilmu pendidikan dimulai pada tahun 2011. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Universitas Islam Sumatera Utara dengan memilih jurusan Pendidikan Biologi dan berhasil lulus pada tahun 2015. Penulis kemudian melanjutkan studi S2 di prodi yang sama yaitu Pendidikan Biologi pada Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Medan dan lulus pada tahun

2019.

Penulis ikut beberapa kolaborasi penelitian yang dimasukkan dalam jurnal ilmiah. Selain meneliti, penulis juga menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini.

Email Penulis: [1nnurul407@gmail.com](mailto:1nnurul407@gmail.com)



**Diana Intan Gabriella Lusiana, S.Si., M.Biomed,** lahir di Jakarta , 11 Juli 1995. Penulis telah menyelesaikan Pendidikan S1 di Universitas Nasional , Fakultas Biologi pada Jurusan Biologi pada tahun 2018. Kemudian menyelesaikan pendidikan S2 di Universitas Indonesia, Fakultas Kedokteran pada Jurusan Ilmu Biomedik Peminatan Mikrobiologi pada tahun 2022.

Sekarang menjadi dosen di Universitas Pelita Harapan. Saat ini mata kuliah yang telah diajarkan penulis antara lain yaitu: Flebotomi dan Pengelolaan Spesimen, Imunologi dan Biokimia. Email: [Gabriellalusiana@gmail.com](mailto:Gabriellalusiana@gmail.com).



**Dr. dr. Wani Devita Gunardi, SpMK(K)** lahir di Jakarta tanggal 04 September 1964. Penulis memperoleh gelar dokter di FK Ukri da pada tahun 1992, menyelesaikan Pendidikan spesialis mikrobiologi di FKUI tahun 2008 dan tersertifikasi sebagai konsultan mikrobiologi bidang bakteriologi oleh Kolegium PAMKI pada tahun 2018. Setahun kemudian, beliau menyelesaikan pendidikan doktor di Program S3 Ilmu Kedokteran FKUI.

Saat ini penulis aktif bekerja di Universitas Kristen Krida Wacana sebagai rektor sekaligus dosen di Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Ukrida. Penulis juga aktif bekerja di RS Eka BSD dan RS Ukrida sebagai kepala Departemen Mikrobiologi. Selain aktif bekerja, penulis juga aktif dalam sejumlah organisasi seperti IDI (Ikatan Dokter Indonesia), PAMKI (Perhimpunan Ahli Mikrobiologi Klinik Indonesia) sebagai sekretaris jenderal, ISID (Internasional Society of Infectious Diseases) dan KALK (Komisi Akreditasi Laboratorium Kesehatan).

Penulis juga telah menerbitkan beberapa artikel ilmiah baik artikel penelitian maupun artikel *literature review* di berbagai jurnal, seperti "Biofilm-Producing Bacteria and Risk Factors (Gender and Duration of Catheterization) Characterized as Catheter-Associated Biofilm Formation" di International Journal of Microbiology, Hindawi; "Biofilm Targeting Strategy in the Eradication of Burkholderia Infections: A Mini-Review" di The Open Microbiology Journal; "Antibiotic Susceptibility Patterns of Salmonella Typhi in Jakarta and its Trends Within the Past Decade" di Journal of Biological Sciences; dan masih banyak lainnya serta buku Corona Virus Disease 2019 dan Perkembangannya. Penulis juga sering diminta menjadi pembicara di berbagai pertemuan ilmiah seperti Workshop: Antimicrobial Stewardship Programme yang diadakan oleh PAMKI, Workshop training for Surveyor KALK: Accreditation Standards for Laboratories, dll. Berikut ini adalah kontak yang dapat dihubungi bilamana ada hal yang diperlukan untuk klarifikasi : Email : wani.gunardi@ukrida.ac.id



Asya Zahratur Rahma, AMd.Ft, S.Ft, M.M lahir di Tangerang, 15 April 1993. Beliau menempuh pendidikan dimulai dari SDN TANGERANG 6 pada tahun 1999-2005, lanjut 2005-2008 di SMPN 1 TANGERANG dan 2008-2011 di SMAN 4 TANGERANG, pada tahun 2011-2014 beliau menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D-III) Fisioterapi di Universitas Indonesia (UI). Kemudian pada tahun 2014-2017 menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S-1) Fisioterapi di Universitas Esa Unggul dan Pendidikan Strata Dua (S-2) Magister Manajemen di Universitas Esa Unggul 2019-2022.

Perjalanan karir dimulai setelah lulus DIII praktik Fisioterapi di Sasana Husada Group, Klinik Surya Medika Gading Serpong-Tangerang pada tahun 2014-2016. Kemudian pada Mei 2016 bekerja di RS Tebet, pada September 2019 melanjutkan study di Universitas Esa Unggul dan bekerja juga di RS Putra Dalima BSD sampai Februari 2020. Saat covid 19 melanda selama 2 tahun, dengan bekal surat izin praktek fisioterapi (SIPF) dan STR fisioterapi yang masih aktif, beliau memutuskan untuk praktek mandiri homecare bekerjasama dengan dokter RS Tebet untuk menangani pasien yang membutuhkan pelayanan fisioterapi ke rumah di wilayah Jakarta Selatan.

Selain bekerja, beliau juga aktif di organisasi, jiwa organisasi terasah sejak SMP saat mengikuti KIR TSC (Karya Ilmiah Remaja Training Science of Competition) menjadi seksi humas pada tahun 2006 dan pada tahun 2008 pernah mengikuti Kompetisi Matematika tingkat SMA jabodetabek, di Universitas Negeri Jakarta. Saat kuliah di Universitas Indonesia beliau aktif di organisasi FORKOMA UI BANTEN (Forum Komunikasi Mahasiswa Universitas Indonesia wilayah Banten) dari tahun 2012-2014, dan saat sudah lulus UI pada tahun 2014 beliau ikut gabung di organisasi ILUNI UI wilayah Banten, dan pada tahun 2019-2022 beliau diberikan amanah menjadi pengurus ILUNI UI Banten divisi Humas.

Selain menempuh akademik secara formal, beliau juga pernah menempuh pendidikan non formal untuk mengasah kemampuan yang ada di dirinya, seperti Public Speaking and Learning Skill Training yang diadakan oleh Lembaga Training Motivasi eMlc pada tahun 2010 dan ESQ Leadership Training pada tahun 2011.

Selain itu, beliau juga aktif mengikuti beberapa pelatihan seperti International Manual Therapy Course, Neurorehabilitation, Spinal Cord Injury (SCI), Kinesiology Taping on Knee and Ankle Problems, Active Participative Mobilization, Sport Injury, Pilates Exercise for Pelvic Floor Management in Pregnancy and Post Partum, Seminar dan Mini Workshop Neural Mobilization, Perspektif Neurologi Untuk Fisioterapi Indonesia. Beliau juga pernah mengikuti Musyawarah Nasional IFI Jakarta pada tahun 2018 di Gedung Nusantara DPR RI Jakarta membahas BPJS Kesehatan untuk fisioterapi dan mengikuti Symposium International Conference of Indonesia Physiotherapy Association 2018. Pada tahun 2022 mengikuti International Society of Electrophysical Agent for Physical Therapy (ISEAPT) SUMMIT 2022 dan Temu Ilmiah Tahunan Fisioterapi Indonesia (TITAFI) 2022 yang diselenggarakan di Jakarta.



**Waisaktini Margareth, S.Gz., Dietisien., M.Gizi,** lahir di Jakarta, 14 Mei 1984. Beliau telah menyelesaikan Pendidikan D-III Gizi di Politeknik Kesehatan Jakarta II pada tahun 2003-2006. Kemudian menyelesaikan pendidikan strata satu Gizi di Univeristas Gadjah Mada pada tahun 2007-2009. Melanjutkan program profesi Dietisien tahun 2009-2010. Pendidikan strata dua Gizi Biomedik di Universitas Diponegoro pada tahun 2013-2016.

Perjalanan karir dimulai pada tahun 2007 sebagai Konsultan gizi di ruang Haemodialisis di ruang Haemodialisis di RUSPAU Halim Perdana Kusuma dan Ahli Gizi Pada Pojok Gizi Puskesmas Bersama PT.Frisian Flag Indonesia. Tahun 2009 menjadi Ahli Gizi di RS.Mitra Keluarga, Depok. Tahun 2010 sampai sekarang menjadi Dosen Program Studi S1 Gizi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sint Carolus, Jakarta. Selain itu berpartisipasi pada Survei Status Gizi Indonesia pada tahun 2020 sebagai Penanggung Jawab Teknis Kabupaten Pandeglang dan Kota Tangerang Selatan.

Saat ini mata kuliah yang telah diajarkan beliau antara lain yaitu: Dasar Ilmu Gizi, Kewirausahaan, Pemasaran dan Promosi Produk Gizi, Dietetik Penyakit Infeksi dan Defisiensi, Dietetika Penyakit

Degeneratif, Kepaniteraan Bidang Dietetik, Komputer Terapan Gizi, Nutrigenomik.



**Ayu Suraduhita, S.Si., M.Biomed.** menyelesaikan Pendidikan S-1 di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta pada tahun 2017. Kemudian menyelesaikan pendidikan S-2 Biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia pada tahun 2020.

Profesional karier dimulai dari Unit *Quality Assurance* (Unit Penjaminan Mutu Perguruan Tinggi) sebagai staff di Akademi Bakti Kemanusiaan Palang Merah Indonesia, kemudian pada tahun 2022 menjadi Kepala Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (UPPM) sekaligus sebagai pengajar mata kuliah.

Selain menempuh akademik secara formal, penulis juga tergabung dalam Perkumpulan Ahli Biologi Medik Indonesia (PBMI). Saat ini mata kuliah yang telah diajarkan penulis adalah Immunologi

**Buku Mikrobiologi Umum ini berisi tentang uraian umum tentang mikroorganisme (jasad renik), yang meliputi bakteri, jamur, virus, alga dan protozoa. Mikroorganisme merupakan salah satu peranan penting dalam mikrobiologi. Mikrobiologi adalah sebuah cabang dari ilmu biologi yang mempelajari mikroorganisme. Objek kajiannya biasanya adalah semua makhluk (hidup) yang perlu dilihat dengan mikroskop, khususnya bakteri, fungi, algamikroskopik, protozoa dan Archae. Buku ini disusun untuk menerjemahkan, merangkum dan mensosialisasikan pengetahuan yang penulis pahami. Selain itu, buku ini juga dimaksudkan untuk menambah wawasan bagi mahasiswa dalam perkuliahan dan penelitian serta menjadi bahan bacaan bagi peminat lainnya yang sedang mempelajari Mikrobiologi.**



Jl. Mega Kuningan Barat No. 3 Kel. Kuningan  
Timur Kec Setia Budi, Kota Jakarta Selatan 15810.  
Email : [andrewscifintech@gmail.com](mailto:andrewscifintech@gmail.com)  
Website : [www.scifintech.com](http://www.scifintech.com)