



EDITOR

Dr. apt. Muhammad Ilyas Yusuf, S.Farm.,M.Imun  
Parawansah, S.Farm., apt.,M.Kes



# DASAR-DASAR IMUNOLOGI

Fajar Susanti | Anik Handayati | Atna Permana | Kristanti Parisihni | Misbahul Huda | Suhariyadi | Zuraida  
Ima Arum Lestarini | Evy Diah Woelansari | Dwi Andriani | Endah Wahjuningsih | Hartiyowidi Yuliawuri  
Diana Rhismawati Djupri | Aini | Samsidar Usman | Deddy Adam | Rani Ardiani | Enny Khotimah

# DASAR-DASAR IMUNOLOGI

Buku Dasar-Dasar Immunologi yang berada ditangan pembaca ini disusun dalam 18 Bab yaitu:

Bab 1 Anatomi, Fisiologi, Histologi dan Komponen Sistem Imun

Bab 2 Respon Imun dalam Sistem Pertahanan dan Penyakit

Bab 3 Reaksi Antigen - Antibodi

Bab 4 Hipersensitif dan Autoimun

Bab 5 Imunitas Innate dan Respon Innate

Bab 6 Pengenalan Antigen Sel B dan Sel T

Bab 7 Pembentukan Reseptor Antigen dan Presentasi Antigen

Bab 8 Pematangan Limfosit T

Bab 9 Sistem Imun Humoral

Bab 10 Sistem Imun Mukosa

Bab 11 Perkembangan dan Kelulushidupan Limfosit

Bab 12 Sistem Imun Adaptif: Imunitas yang Dimediasi Oleh Sel

Bab 13 Sistem Imun dalam Malnutrisi dan Infeksi

Bab 14 Probiotik & Prebiotik

Bab 15 Antioksidan dan Imunitas

Bab 16 Immunologi Transplantasi

Bab 17 Immunoterapi

Bab 18 Penyakit yang Disebabkan Oleh Respon Imun

# DASAR-DASAR IMUNOLOGI

Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom  
Dr. Anik Handayati, Dra., M.Kes  
Atna Permana, M.Biomed, Ph.D  
Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes  
Misbahul Huda, S.Si., M.Kes  
Suhariyadi, S.Pd., M.Kes  
Zuraida, AMAK., SKM., MKM  
dr. Ima Arum Lestarini, M.Si.Med.Sp.PK  
Evy Diah Woelansari, S.Si, M.Kes  
Dwi Andriani, drg., M.Kes  
Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes  
Hartiyowidi Yuliawuri, S.Si., M.Biomed  
Ns. Diana Rhismawati Djupri, M.Kep, Sp.Kep.M.B  
Aini, A.Md.Kes., S.Si., M.Si  
Samsidar Usman, S.Farm., M.Kes  
Deddy Adam, S.ST., M. Imun  
apt. Rani Ardiani, S.Farm., M.Si  
Dr. Enny Khotimah, AMAK., S.E., M.M



**eureka**  
**media aksara**

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

## DASAR-DASAR IMUNOLOGI

- Penulis** : Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom | Dr. Anik Handayati, Dra., M.Kes | Atna Permana, M.Biomed, Ph.D | Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes | Misbahul Huda, S.Si., M.Kes | Suhariyadi, S.Pd., M.Kes | Zuraida, AMAK., SKM., MKM | dr. Ima Arum Lestarini, M.Si.Med.Sp.PK | Evy Diah Woelansari, S.Si, M.Kes | Dwi Andriani, drg., M.Kes | Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes | Hartiyowidi Yuliawuri, S.Si., M.Biomed | Ns. Diana Rhismawati Djupri, M.Kep, Sp.Kep.M.B | Aini, A.Md.Kes., S.Si., M.Si | Samsidar Usman, S.Farm., M.Kes | Deddy Adam, S.ST., M. Imun | apt. Rani Ardiani, S.Farm., M.Si | Dr. Enny Khotimah, AMAK., S.E., M.M
- Editor** : Dr. apt. Muhammad Ilyas Yusuf, S.Farm., M.Imun Parawansah, S.Farm., apt., M.Kes
- Desain Sampul** : Ardyan Arya Hayuwaskita
- Tata Letak** : Amini Nur Ihwati
- ISBN** : 978-623-120-635-0

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, APRIL 2024**  
**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 : 2024

**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 penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul “Dasar-Dasar Immunologi”. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Buku Dasar-Dasar Immunologi yang berada ditangan pembaca ini disusun dalam 18 Bab yaitu:

- Bab 1 Anatomi, Fisiologi, Histologi dan Komponen Sistem Imun
- Bab 2 Respon Imun dalam Sistem Pertahanan dan Penyakit
- Bab 3 Reaksi Antigen - Antibodi
- Bab 4 Hipersensitif dan Autoimun
- Bab 5 Imunitas Innate dan Respon Innate
- Bab 6 Pengenalan Antigen Sel B dan Sel T
- Bab 7 Pembentukan Reseptor Antigen dan Presentasi Antigen
- Bab 8 Pematangan Limfosit T
- Bab 9 Sistem Imun Humoral
- Bab 10 Sistem Imun Mukosa
- Bab 11 Perkembangan dan Kelulushidupan Limfosit
- Bab 12 Sistem Imun Adaptif: Imunitas yang Dimediasi Oleh Sel
- Bab 13 Sistem Imun dalam Malnutrisi dan Infeksi
- Bab 14 Probiotik & Prebiotik
- Bab 15 Antioksidan dan Imunitas
- Bab 16 Immunologi Transplantasi
- Bab 17 Immunoterapi
- Bab 18 Penyakit yang Disebabkan Oleh Respon Imun

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB 1 ANATOMI, FISILOGI, HISTOLOGI DAN</b>	
<b>KOMPONEN SISTEM IMUN.....</b>	<b>1</b>
Oleh : Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom	
A. Pendahuluan .....	1
B. Sistem Imun .....	2
C. Struktur Fungsi Kekebalan Tubuh.....	3
D. Sistem Kekebalan Tubuh dapat Dibagi Menjadi Dua Mekanisme yang Saling Tumpang Tindih untuk Menghancurkan Patogen .....	4
E. Sel-sel Respon Kekebalan Tubuh Bawaan.....	7
F. Fagosit: Makrofag dan Neutrofil .....	7
G. Sel Pembunuh Alami ( <i>Killer Cell</i> ) .....	9
H. Pengenalan Patogen .....	10
I. Sitokin dan Kemokin.....	11
J. Protein yang Diinduksi Dini.....	11
K. Sistem Komplemen.....	11
L. Respons Peradangan .....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	18
<b>BAB 2 RESPON IMUN DALAM SISTEM PERTAHANAN</b>	
<b>DAN PENYAKIT.....</b>	<b>19</b>
Oleh : Dr. Anik Handayati, Dra., M.Kes	
A. Pendahuluan .....	19
B. Pentingnya Respon Imun dalam Sistem Pertahanan Tubuh .....	20
C. Mekanisme Dasar Respon Imun .....	21
D. Mekanisme Respon Imun Terhadap Patogen .....	23
E. Ringkasan.....	33
F. Latihan Soal.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	36
<b>BAB 3 REAKSI ANTIGEN - ANTIBODI.....</b>	<b>38</b>
Oleh : Atna Permana, M.Biomed, Ph.D	
A. Pendahuluan .....	38
B. Antibodi.....	39



	C. Deskripsi .....	42
	D. Sistem Kekebalan Tubuh .....	43
	DAFTAR PUSTAKA .....	48
<b>BAB 4</b>	<b>HIPERSENSITIF DAN AUTOIMUN .....</b>	<b>49</b>
	Oleh : Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes	
	A. Pendahuluan.....	49
	B. Hipersensitivitas Tipe I.....	51
	C. Hipersensitivitas Tipe II .....	54
	D. Hipersensitivitas Tipe III .....	59
	E. Hipersensitivitas Tipe IV .....	61
	F. Hipersensitivitas Tipe V .....	63
	G. Reaksi <i>Hipersensitivitas Innate</i> .....	63
	H. Autoimun.....	64
	DAFTAR PUSTAKA .....	70
<b>BAB 5</b>	<b>IMUNITAS INNATE DAN RESPON INNATE.....</b>	<b>72</b>
	Oleh : Misbahul Huda, S.Si., M.Kes	
	A. Pendahuluan.....	72
	B. Pengertian .....	73
	C. Fungsi.....	74
	D. Sel-sel yang Berperan.....	74
	E. Mekanisme Imunitas Innate atau Imunitas Bawaan.....	76
	F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Imunitas <i>Innate</i> atau Imunitas Bawaan .....	80
	DAFTAR PUSTAKA .....	81
<b>BAB 6</b>	<b>PENGENALAN ANTIGEN SEL B DAN SEL T .....</b>	<b>82</b>
	Oleh : Suhariyadi, S.Pd., M.Kes	
	A. Pendahuluan.....	82
	B. Sel T .....	83
	C. Sel B .....	88
	DAFTAR PUSTAKA .....	95
<b>BAB 7</b>	<b>PEMBENTUKAN RESEPTOR ANTIGEN DAN PRESENTASI ANTIGEN .....</b>	<b>97</b>
	Oleh : Zuraida, AMAK., SKM., MKM	
	A. Pendahuluan.....	97
	B. Proses Pembentukan Reseptor Antigen.....	98

	C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Reseptor Antigen.....	107
	D. Presentasi Antigen.....	109
	DAFTAR PUSTAKA.....	111
<b>BAB 8</b>	<b>PEMATANGAN LIMFOSIT T.....</b>	<b>112</b>
	Oleh : dr. Ima Arum Lestari, M.Si.Med.Sp.PK	
	A. Pendahuluan.....	112
	B. Perjalanan Pematangan Limfosit T.....	114
	C. Tahapan Pematangan Limfosit T.....	117
	D. Diferensiasi Subpopulasi atau Subtipe Limfosit T...	121
	E. Fungsi Limfosit T Matang.....	123
	F. Penutup.....	126
	DAFTAR PUSTAKA.....	128
<b>BAB 9</b>	<b>SISTEM IMUN HUMORAL.....</b>	<b>129</b>
	Oleh : Evy Diah Woelansari, S.Si, M.Kes	
	A. Pendahuluan.....	129
	B. Fungsi Sistem Imun Humoral.....	131
	C. Respon Imun Humoral.....	131
	DAFTAR PUSTAKA.....	137
<b>BAB 10</b>	<b>SISTEM IMUN MUKOSA.....</b>	<b>138</b>
	Oleh : Dwi Andriani, drg., M.Kes	
	A. Pendahuluan.....	138
	B. Fungsi Sistem Imun Mukosa.....	141
	C. <i>Mucosal Associated Lymphoid Tissue (MALT)</i> .....	141
	D. Subkomponen MALT.....	143
	E. Respon Umum Imun Mukosa.....	146
	F. Respon Imun Mukosa Pada Masing-Masing Organ.....	149
	DAFTAR PUSTAKA.....	153
<b>BAB 11</b>	<b>PERKEMBANGAN DAN KELULUSHIDUPAN LIMFOSIT.....</b>	<b>156</b>
	Oleh : Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes	
	A. Pendahuluan.....	156
	B. Macam Limfosit.....	157
	C. Struktur Limfosit.....	159
	D. Fungsi Limfosit.....	160

E. Perkembangan dan Kelangsungan Hidup Limfosit .....	162
DAFTAR PUSTAKA .....	165
<b>BAB 12 SISTEM IMUN ADAPTIF: IMUNITAS YANG DIMEDIASI OLEH SEL .....</b>	<b>167</b>
Oleh : Hartiyowidi Yuliawuri, S.Si., M.Biomed	
A. Pendahuluan.....	167
B. Jenis dan Produksi Sel Limfosit T .....	169
C. Migrasi dan Re-Sirkulasi Sel T .....	175
D. Peran Sel Limfosit <i>T Cell-mediated Immunity</i> .....	178
E. Penutup .....	181
DAFTAR PUSTAKA .....	183
<b>BAB 13 SISTEM IMUN DALAM MALNUTRISI DAN INFEKSI.....</b>	<b>184</b>
Oleh : Ns. Diana Rhismawati Djupri, M.Kep, Sp.Kep.M.B	
A. Konsep Sistem Imun .....	184
B. Nutrien yang Berhubungan dengan Sistem Imun ..	186
DAFTAR PUSTAKA .....	191
<b>BAB 14 PROBIOTIK &amp; PREBIOTIK .....</b>	<b>194</b>
Oleh : Aini, A.Md.Kes., S.Si., M.Si	
A. Pendahuluan.....	194
B. Definisi Prebiotik dan Probiotik .....	194
C. Peran Keseimbangan Mikrobiota Usus Dalam Mendukung Sistem Kekebalan Tubuh.....	195
D. Manfaat Prebiotik dan Probiotik bagi Imunitas .....	195
E. Manfaat Prebiotik.....	198
F. Syarat Probiotik.....	198
G. Pemanfaatan Probiotik dalam Dunia Kesehatan.....	199
H. Probiotik yang Dikenal Masyarakat .....	201
I. Mekanisme Probiotik dalam Memodulasi Sistem Imun .....	202
DAFTAR PUSTAKA .....	206
<b>BAB 15 ANTIOKSIDAN DAN IMUNITAS .....</b>	<b>209</b>
Oleh : Samsidar Usman, S.Farm., M.Kes	
A. Antioksidan .....	209
B. Cara Kerja Antioksidan .....	210

C. Penggolongan Antioksidan Berdasarkan Sumbernya .....	210
D. Klasifikasi Antioksidan Berdasarkan Fungsinya .....	212
E. Metode Pengujian Antioksidan.....	213
F. Imunitas.....	214
G. Organisme Penyebab Infeksi .....	214
H. Gejala Imunitas Melemah .....	215
I. Nutrisi Untuk Kekebalan Tubuh.....	216
DAFTAR PUSTAKA.....	219
<b>BAB 16 IMUNOLOGI TRANSPLANTASI .....</b>	<b>221</b>
Oleh : Deddy Adam, S.ST., M. Imun	
A. Pendahuluan .....	221
B. Sejarah.....	222
C. Klasifikasi Transplantasi Jaringan/Organ ( <i>Graft</i> )....	222
D. Penolakan Immunobiologi .....	224
E. Stadium Klinis Reaksi Transplan .....	231
F. Toleransi Transplantasi dan Meminimalkan Penolakan .....	233
G. Pemilihan Donor yang Sesuai.....	234
DAFTAR PUSTAKA.....	237
<b>BAB 17 IMUNOTERAPI.....</b>	<b>239</b>
Oleh : apt. Rani Ardiani, S.Farm., M.Si	
A. Pendahuluan .....	239
B. Immunostimulan.....	242
C. Imunosupresan .....	246
DAFTAR PUSTAKA.....	257
<b>BAB 18 PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH RESPON IMUN .....</b>	<b>258</b>
Oleh : Dr. Enny Khotimah, AMAK.SE.MM	
A. Pendahuluan .....	258
B. Patogenesis Penyakit Autoimun .....	260
C. Spektrum Penyakit Autoimun.....	263
DAFTAR PUSTAKA.....	269
<b>TENTANG PENULIS.....</b>	<b>270</b>

# BAB 1

## ANATOMI, FISILOGI, HISTOLOGI DAN KOMPONEN SISTEM IMUN

Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom.

### A. Pendahuluan

Sistem kekebalan memberikan berbagai pertahanan atau kekebalan terhadap agen infeksi mulai dari virus hingga parasit multiseluler. Secara histologis, sistem ini terdiri dari populasi leukosit yang besar dan beragam yang terletak di setiap jaringan tubuh dan organ limfoid yang hanya dihubungkan oleh sirkulasi darah dan limfatik. Imunitas jelas memiliki kepentingan medis yang luar biasa, salah satu bagiannya berfokus pada penyakit autoimun di mana sel-sel kekebalan berfungsi secara tidak normal dan menyerang komponen molekuler organ tubuh itu sendiri. Dua pertahanan tubuh yang sebagian tumpang tindih terhadap penyerang dan/atau sel abnormal lainnya yang berpotensi membahayakan: kekebalan bawaan mencakup berbagai macam mekanisme efektor nonspesifik yang berevolusi jauh lebih awal daripada pertahanan adaptif. Sel-sel penting pada imunitas bawaan meliputi sebagian besar granulosit dan leukosit. Imunitas adaptif berkembang untuk menargetkan penyerangan mikroba tertentu, bergantung pada limfosit dan *Antigen-presenting Cell* (APCs), dan menghasilkan sel memori yang memungkinkan Pembunuh Alamian respon yang sangat cepat jika mikroba spesifik tersebut datang lagi.

Limfosit dan APC untuk imunitas adaptif terlokalisasi di seluruh tubuh dalam darah, getah bening, epitel, dan jaringan ikat. Limfosit dan APC untuk imunitas adaptif bertempat di seluruh tubuh dalam darah, getah bening, epitel, dan jaringan

## DAFTAR PUSTAKA

- Arafat, Rana A., & Cheprasov, Artem. 2023. Immune System Definition, Organs & Function. Immune System Definition, Organs & Function - Lesson | Study.com.
- Biga, Bronson, Dawson, et.al. 2019. Anatomy & Physiology. Oregon State University. <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/1-introduction>).
- Mescher, Anthony L. 2024. Junqueira's Basic Histology Text & Atlas. 17<sup>th</sup> edition. Mc. Graw Hill Lange: Indian.
- Murphy, Weaver, Mowat, et.al. Janeway's Immuno Biology. 2017. 9<sup>th</sup> edition. Garland Science: New York and London.
- Nelson, Andrea M., & Greene, Katherine. 2020. Medical Terminology for Health Professions. University Libraries: University of West Florida.

# BAB 2

## RESPON IMUN DALAM SISTEM PERTAHANAN DAN PENYAKIT

Dr. Anik Handayati, Dra., M.Kes

### A. Pendahuluan

Sistem kekebalan tubuh merupakan salah satu aspek yang sangat vital dalam menjaga kesehatan manusia. Sebagai pertahanan utama tubuh terhadap serangan patogen, sistem kekebalan tubuh berperan dalam mengidentifikasi, menyerang, dan mengeliminasi ancaman kesehatan seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit. Tanpa sistem kekebalan yang efektif, tubuh rentan terhadap berbagai penyakit yang dapat mengganggu kesehatan dan kualitas hidup manusia.

Respon imun adalah mekanisme utama yang digunakan oleh sistem kekebalan tubuh dalam melawan patogen dan penyakit. Proses ini melibatkan berbagai jenis sel-sel imun, termasuk sel-sel fagositik seperti makrofag dan neutrofil, serta sel-sel limfosit seperti sel T dan sel B. Selain itu, respon imun juga melibatkan berbagai protein dan molekul imun, seperti antibodi, sitokin, dan komplemen. Melalui serangkaian reaksi kompleks, sistem kekebalan tubuh mampu mengenali dan merespons ancaman kesehatan dengan cepat dan efektif. Respons imun tidak hanya bertujuan untuk menghilangkan patogen yang ada dalam tubuh, tetapi juga untuk membentuk perlindungan jangka panjang melalui pembentukan memori imun.

Salah satu aspek penting dari respon imun adalah kemampuannya untuk membedakan antara benda asing yang berbahaya (antigen) dan jaringan tubuh yang sehat. Ini dilakukan melalui pengenalan molekul-molekul khusus yang

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S. (2022). Properties and overview of immune responses. In: Abbas AK, Lichtman AH, Pillai S, eds. Cellular and Molecular Immunology. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; chap 1.
- Bankova L, Barrett N. (2020) *Innate* immunity. In: Burks AW, Holgate ST, O'Hehir RE, et al, eds. Middleton's Allergy: Principles and Practice. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; chap 1.
- Chaplin DD. (2010) Overview of the Immune Response. *J Allergy Clin Immunol*; 125 (2 Suppl 2): S3-23. doi: 10.1016/j.jaci.2009.12.980. PMID: 20176265; PMCID: PMC2923430.
- Donaldson T. A. (2007). Immune Responses To Infection. *Critical Care Nursing Clinics of North America*, 19(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2006.10.001>
- Firestein GS, Stanford SM. (2020) Mechanisms of Inflammation and Tissue Repair. In: Goldman L, Schafer AI, eds. Goldman-Cecil Medicine. 26th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; chap 42.
- Giamarellos-Bourboulis, E. J., & Raftogiannis, M. (2012). The Immune Response To Severe Bacterial Infections: Consequences For Therapy. *Expert review of anti-infective therapy*, 10(3), 369-380. <https://doi.org/10.1586/eri.12.2>
- Janeway, C., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. (2001). *Immunobiology: The Immune System In Health And Disease* (Vol. 2, p. 154). New York: Garland Pub.
- Jo, EK. (2019). Interplay Between Host And Pathogen: Immune Defense And Beyond. *Exp Mol Med* 51, 1-3. <https://doi.org/10.1038/s12276-019-0281-8>



- Justiz Vaillant AA, Sabir S, Jan A. (2022). Physiology, Immune Response. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539801/>
- Moran T. M. (2002). Immune Responses To Viruses, Bacteria, Parasites And Fungi In Humans. *International Reviews Of Immunology*, 21(4-5), i-vi.
- Tuano KS, Chinen J. (2020). Adaptive Immunity. In: Burks AW, Holgate ST, O'Hehir RE, et al, eds. *Middleton's Allergy: Principles and Practice*. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; chap 2.
- Verhoef J, van Kessel K, Snippe H. (2019). Immune Response in Human Pathology: Infections Caused by Bacteria, Viruses, Fungi, and Parasites. *Nijkamp and Parnham's Principles of Immunopharmacology*. 165-78. doi: 10.1007/978-3-030-10811-3\_10. PMID: PMC7123078.

# BAB 3

## REAKSI ANTIGEN - ANTIBODI

Atna Permana, M.Biomed, Ph.D

### A. Pendahuluan

Respons antigen-antibodi adalah interaksi antara antigen dan antibodi. Antigen bereaksi hanya dengan antibodi yang diproduksi sendiri atau antigen yang terkait erat dalam respons yang sangat spesifik. Antibodi mengidentifikasi struktur molekul antigen (epitop). Secara umum, semakin dekat epitop cocok ke tempat penggabungan antibodi (dalam hal geometri dan karakter kimiawi), semakin menguntungkan interaksi antara antibodi dan antigen akan dan semakin tinggi afinitas antibodi terhadap antigen. Salah satu yang paling penting elemen dalam menentukan efektivitas antibodi secara *in vivo* adalah afinitas antibodi untuk antigen (Susan, 2022).

Antigen merupakan molekul yang bereaksi dengan antibodi/sel imun. Itu tidak perlu merangsang respon kekebalan/ imun. Imunogen merupakan molekul yang merangsang respon kekebalan/ imun. Hapten merupakan molekul kecil non-imunogenik yang dapat bereaksi dengan antibodi akibat rangsangan hapten yang terkait dengan molekul pembawa. Epitop merupakan bagian dari antigen yang dapat bereaksi dengan antibodi atau immunoglobulin (Yohana and Najmi, 2022).

## DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, B. (2020) 'Antigen-Antibody Reactions', pp. 68–80. doi: 10.1111/voxs.12590.
- Montero, C. (2003) 'The Antigen - Antibody Reaction in Immunohistochemistry', 51(1), pp. 1–4.
- Parija, S. C. (2012) Microbiology and Immunology.
- Susan, F. (2022) 'Antigen-antibody Reactions: An Overview', *Immunochemistry & Immunopathology*, 8, pp. 1–2. doi: 10.37421/2469-9756.22.8.133.
- Yohana, W. and Najmi, N. (2022) *Reaksi Antigen Dan Antibodi*, Cv Widina Media Utama. Edited by R. S. Primanti. Bandung: CV Widina Media Utama.

# BAB 4 | HIPERSENSITIF DAN AUTOIMUN

Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes

## A. Pendahuluan

Fungsi utama dari sistem kekebalan tubuh adalah sebagai pertahanan penting terhadap infeksi mikroba pada tubuh, tetapi respons kekebalan juga bisa mengakibatkan kerusakan pada jaringan dan timbulnya penyakit. Gangguan yang timbul akibat respons kekebalan dikenal sebagai penyakit hipersensitivitas. Istilah ini berasal dari definisi klinis kekebalan sebagai sensitivitas, yang didasarkan pada pengamatan bahwa seseorang yang terpapar antigen menunjukkan reaksi yang dapat terdeteksi, atau menjadi sensitif, ketika bertemu kembali dengan antigen tersebut. Reaksi patologis, yang bersifat berbahaya dan berlebihan, kemudian dinamakan sebagai hipersensitivitas (Abbas *et al.*, 2022).

Secara normal, respons kekebalan dapat memusnahkan patogen infeksi tanpa menimbulkan cedera serius pada jaringan tubuh. Namun, respons tersebut terkadang tidak terkontrol dengan baik, ditargetkan secara tidak tepat pada jaringan tubuh, atau dipicu oleh mikroorganisme komensal atau antigen lingkungan yang umumnya tidak berbahaya. Dalam kondisi-kondisi seperti ini, respons kekebalan yang seharusnya bermanfaat justru menjadi penyebab penyakit. Reaksi kekebalan yang tidak sesuai atau berlebihan terhadap suatu antigen yang memiliki efek yang tidak menguntungkan disebut sebagai reaksi hipersensitivitas (Baik *et al.*, 2022).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. K., Litchman, A. H., & Pillai, S. (2022). Cellular and Molecular Immunology. In Elsevier (10th ed.). Elsevier.
- Actor, J. K. (2023). Introductory Immunology Basic Concepts for Interdisciplinary Applications (Third). Elsevier.
- Ansotegui, I. J., Melioli, G., Canonica, G. W., Caraballo, L., Villa, E., Ebisawa, M., Passalacqua, G., Savi, E., Ebo, D., Gómez, R. M., Luengo Sánchez, O., Oppenheimer, J. J., Jensen-Jarolim, E., Fischer, D. A., Haahtela, T., Antila, M., Bousquet, J. J., Cardona, V., Chiang, W. C., ... Zuberbier, T. (2020). IgE allergy diagnostics and other relevant tests in allergy, a World Allergy Organization position paper. *World Allergy Organization Journal*, 13(2). <https://doi.org/10.1016/j.waojou.2019.100080>
- Baik, M. A., Al Nihab, A. N., Al Aman, A. M., Ghareeb, A. R. Al, Alaish, M. H., Awani, A. H. Al, Al-Jadher, A. M., Al Muaddi, F. M., Hussain Al-Shehab, A., Tufaif, T. A. Al, & Alsheef, H. A. (2022). Classification and management of hypersensitivity reactions. *International Journal Of Community Medicine And Public Health*, 9(12), 4731. <https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20222971>
- Carlberg, C., & Velleuer, E. (2022). Molecular Immunology: How Science Works. In *Molecular Immunology: How Science Works*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-04025-2>
- Delves, P. J., Martin, S. J., Burton, D. R., & Roitt, I. M. (2017). *Roitt's Essential Immunology* (13th ed.). Wiley-Blackwell.
- Pisetsky, D. S. (2023). Pathogenesis of autoimmune disease. *Nature Reviews Nephrology*, 19(8), 509–524. <https://doi.org/10.1038/s41581-023-00720-1>

- Vojdani, A., & Vojdani, E. (2021). The Role of Exposomes in the Pathophysiology of Autoimmune Diseases I: Toxic Chemicals and Food. *Pathophysiology*, 28, 513–543. <https://doi.org/10.3390/pathophysiology28040034>
- Vojdani, A., Vojdani, E., Rosenberg, A. Z., & Shoenfeld, Y. (2022). The Role of Exposomes in the Pathophysiology of Autoimmune Diseases II: Pathogens. *Pathophysiology*, 29(2), 243–280. <https://doi.org/10.3390/pathophysiology29020020>

# BAB 5

## IMUNITAS *INNATE* DAN RESPON *INNATE*

Misbahul Huda S.Si., M. Kes

### A. Pendahuluan

Imunologi adalah ilmu yang mempelajari sistem pertahanan tubuh. Istilah ini berasal dari kata Latin “immunis” yang berarti “kebebasan dari beban” dan “logos” yang berarti “pengetahuan”. Oleh karena itu Imunologi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem pertahanan tubuh (Darwin, Elvira dan Elfi, 2021). Kemajuan dalam bidang imunologi menggambarkan imunitas sebagai mekanisme yang berguna dalam tubuh manusia dan hewan di mana sistem imun mempunyai kemampuan untuk mengenali zat asing.

Tubuh kemudian mengambil tindakan seperti menetralkan, menghilangkan, dan memasukkan ke dalam proses metabolisme, yang dapat menguntungkan dirinya sendiri atau merugikan jaringan tubuh itu sendiri (Suardana, 2017).

Manusia telah mengembangkan mekanisme pertahanan yang sangat baik. Pertahanan ini melindungi manusia dari zat berbahaya, zat asing yang dapat menyebabkan infeksi. Beberapa patogen yang dapat menyebabkan penyakit menular di lingkungan manusia antara lain bakteri, virus, jamur, protozoa, dan parasit. Infeksi pada manusia biasanya tidak berlangsung lama dan jarang menimbulkan kerusakan permanen setelah sembuh.

Hal ini disebabkan oleh sistem pertahanan tubuh sendiri, biasa disebut juga dengan sistem imun, yang melindungi tubuh dari zat patogen. Sistem pertahanan terdiri dari sistem imun

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, M.S. Anasagi, T. (2019). Bahan Ajar Teknologi Bank Darah (TBD) Imunologi. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Darwin, E., Elvira, D. and Elfi, E.F. (2021). Imunologi dan Infeksi. Padang: Andalas University Press.
- Guli, M.M. (2021). Respon Imun Hospes Terhadap Infeksi *Vibrio Cholerae* Host Immune Responses to *Vibrio Cholerae* Infection.
- Meilani, D. et al. (2023) Imunologi Dasar. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Rahadiani, D. (2022). Sistem Imunitas Alamiah Dan Sistem Imunitas Adaptif Natural Immunity System and Adaptive Immunity System. Nusantara Hasana Journal.
- Suardana, I.B.K. (2017). Diktat imunologi dasar sistem imun. Denpasar: Universitas Udayana.



# BAB 6

## PENGENALAN ANTIGEN SEL B DAN SEL T

Suhariyadi, S.Pd., M.Kes

### A. Pendahuluan

Limfosit T dan B (Sel T dan B) terlibat dalam respons imun spesifik antigen atau didapat karena mereka adalah satu-satunya sel dalam organisme yang mampu mengenali dan merespons secara spesifik terhadap setiap epitop antigenik. Sel B memiliki kemampuan untuk berubah menjadi plasmosit dan bertanggung jawab untuk memproduksi antibodi (Abs). Jadi, imunitas humoral bergantung pada Sel B sedangkan imunitas seluler bergantung pada Sel T. Dari sudut pandang morfologi, limfosit T dan B tidak dapat dibedakan karena keduanya merupakan sel kecil (berdiameter 8-10 mikron) dan masing-masing memiliki inti besar dengan hetero-kromatin padat dan batas sitoplasma yang mengandung sedikit mitokondria, ribosom, dan sel-sel limfosit. lisosom. Ketika mereka diaktifkan oleh stimulus antigenik, mereka dapat membesar, sehingga meningkatkan jumlah sitoplasma dan organelnya. Limfosit mempunyai reseptor untuk pengenalan antigen (Ag) (masing-masing TCR dan BCR) dengan spesifisitas berbeda pada permukaannya. Gen yang mengkode struktur ini menjalani serangkaian rekombinasi DNA, yang menghasilkan keragaman fenotipik yang sangat besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anaya JM, Shoenfeld Y, Rojas-Villarraga A, *et al.*, 2013. editors. Bogota (Colombia): El Rosario University Press
- Bouso P. 2008. T Cell Activation By Dendritic *Cells* In The Lymph Node: Lessons From The Movies. *Nat Rev Immunol*.8:675–84.
- Boyman O, Sprent J. 2012. The Role Of Interleukin-2 During Homeostasis And Activation Of The Immune System. *Nat Rev Immunol*. 12:180–90.
- Brownlie RJ, Zamoyska R. 2013. T Cell Receptor Signaling Networks: Branched, Diversified And Bounded. *Nat Rev Immunol*; 13:257–69
- Cerutti A, Cols M, Puga I. 2013. Marginal Zone B Cells: Virtues Of Innate-Like Antibody-Producing Lymphocytes. *Nat Rev Immunol*. 13:118–32.
- Chatzigeorgiou A, Lyberi M, Chatzilymperis G, Nezos A, Kamper E. 2009. CD40/CD40L Signaling And Its Implication In Health And Disease. *Biofactors*. 35:474–83
- Chen L, Flies DB. 2013. Molecular Mechanisms Of T Cell Co-Stimulation And Co-Inhibition. *Nat Rev Immunol*.13:227–42.
- Choi MY, Kipps TJ. 2012. Inhibitors of B Cell Receptor Signaling For Patients With B Cell Malignancies. *Cancer J*. 18:404–10.
- Cyster JG, Schwab SR. 2012. Sphingosine-1-Phosphate And Lymphocyte Egress From Lymphoid Organs. *Annu Rev Immunol*. 30:69–94
- Dillon SR, Gross JA, Ansell SM, Novak AJ. 2006. An April to Remember: novel TNF ligands as therapeutic targets. *Nat Drug Rev Discov*. 5:235–46.
- Dustin ML, Depoil D. 2011. New Insights Into The T Cell Synapse From Single Molecule Techniques. *Nat Rev Immunol*. 11:672–84.

- Girard JP, Moussion C, Forster R. 2012. HEVs, Lymphatics And Homeostatic Immune Cell Trafficking In Lymph Nodes. *Nat Rev Immunol.* 12:762-73
- Kroczek RA, Mages HW, Hutloff A. 2004. Emerging Paradigms Of T Cell Co-Stimulation. *Curr Opin Immunol.* 16:321-7
- Macias-Perez IM, Flinn IW. 2012. B Cell Receptor Pathobiology And Targeting In NHL. *Curr Oncol Rep.* 14:411-8
- Malek TR, Bayer AL. 2004 Tolerance, Not Immunity, Crucially Depends On IL-2. *Nat Rev Immunol.* 4:665-74
- Muller MR, Rao A. 2010. NFAT, Immunity And Cancer: A Transcription Factor Comes Of Age. *Nat Rev Immunol.* 10:645-56.
- Pieper K, Grimbacher B, Eibel H. 2013. B Cell Biology And Development. *J Allergy Clin Immunol.* 131:959-71.
- Puga I, Cols M, Barra CM, *et al.* 2012. B Cell-Helper Neutrophils Stimulate The Diversification And Production Of Immunoglobulin In The Marginal Zone Of The Spleen. *Nat Immunol.* 13:170-80.
- Severinson E, Westerberg L. 2003. Regulation of Adhesion And Motility In B Lymphocytes. *Scand J Immunol.*;58:139-44.
- Siebenlist U, Brown K, Claudio E. 2005. Control of Lymphocyte Development By Nuclear Factor-KappaB. *Nat Rev Immunol.* 5:435-45.
- Townsend MJ, Monroe JG, Chan AC. 2010. B Cell Targeted Therapies In Human Autoimmune Diseases: An Updated Perspective. *Im-munol Rev.* 237:264-83.
- Weinstein E, Peeva E, Putterman C, Diamond B. 2004. B Cell Biology. *Rheum Dis Clin North Am.* 30:159-74

# BAB 7

## PEMBENTUKAN RESEPTOR ANTIGEN DAN PRESENTASI ANTIGEN

Zuraida, SKM., MKM.

### A. Pendahuluan

Sistem kekebalan tubuh manusia adalah sistem yang sangat kompleks dan rumit yang berfungsi untuk melindungi tubuh dari patogen seperti bakteri, virus, dan parasit. Sistem ini bekerja dengan mengenali dan menyerang benda asing, yang disebut antigen, dan membedakannya dari sel dan jaringan tubuh sendiri. Dua proses penting dalam sistem kekebalan tubuh adalah pembentukan reseptor antigen dan presentasi antigen. Kedua proses ini saling terkait dan berfungsi satu sama lain untuk melindungi tubuh dari patogen seperti bakteri, virus, dan parasit (Parija, 2012) (Sastry and Bhat, 2016).

Sel B dan sel T membentuk reseptor antigen. Sel B memiliki imunoglobulin (Ig) di permukaan membran sel, yang merupakan reseptor antigen. Ig diproduksi secara acak dan memiliki berbagai bentuk dan spesifisitas. Ketika Ig mengikat antigen yang sesuai pada sel B, sel B akan teraktivasi dan mulai menghasilkan antibodi. Ketika sel-sel presenting antigen (APC) menangkap dan memproses antigen, seperti makrofag, sel dendritik, dan sel B, APC memproses antigen dan menampilkan fragmen antigen pada permukaan membran sel bersama dengan molekul Major Histocompatibility Complex (MHC). Sel T kemudian dapat mengenali kompleks antigen-MHC ini dan mengirimkannya kepada sel T (Parija, 2012) (Darwin *et al.*, 2021)

## DAFTAR PUSTAKA

- Darwin, E., Elvira, D. and Elfi, E.F. (2021) *Imunologi Dan Infeksi*. Andalas University Press Jl.
- Efremov, D.G., Turkalj, S. and Laurenti, L. (2020) Mechanisms Of B Cell Receptor Activation And Responses To B Cell Receptor Inhibitors In B Cell Malignancies, *Cancers*, 12(6). Available at: <https://doi.org/10.3390/cancers12061396>.
- Hughes, H.E. *et al.* (2020) Review The Evolving Protein Engineering in the Design of Chimeric Antigen Receptor T Cells, *International Journal of Molecular Sciences*, pp. 1-15.
- Parija, S.C. (2012) *Textbook of Microbiology & Immunology*. Elsevier.
- Rastogi, I. *et al.* (2022) Role of B Cells As Antigen Presenting Cells, *Frontiers in Immunology*, 13(September), pp. 1-18. Available at: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.954936>.
- Ratcliffe, M.J.H. (2016) *Encyclopedia of Immunobiology*. Elsevier Ltd.
- Sastry, A.S. and Bhat, S. (2016) *Essentials of Medical Microbiology*. Jaypee Brothers Medical Publisher.
- Tizard, I. (2017) *Veterinary Immunology*. Elsevier Health Sciences.
- Whitton, L.J. (2013) *Antigen Presentation*. Springer Berlin Heidelberg.
- Wu, L. *et al.* (2020) Signaling From T Cell Receptors (TCRs) and Chimeric Antigen Receptors (CARs) on T cells, *Cellular and Molecular Immunology*, 17(6), pp. 600-612. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41423-020-0470-3>.

# BAB 8

## PEMATANGAN LIMFOSIT T

dr. Ima Arum Lestarini, MSi.Med., Sp.PK

### A. Pendahuluan

Dalam pembahasan dasar – dasar imunologi, salah satu bahasan adalah tentang peran sel darah putih atau leukosit. Seperti kita ketahui, bahwa salah satu peran leukosit adalah sebagai komponen pertahanan tubuh atau respon imun dari tubuh terhadap antigen (sel asing) dari luar. Jenis leukosit yang terdiri dari neutrofil, eosinofil, basofil, monosit dan limfosit, mempunyai peran masing – masing yang berbeda dalam respon imun tubuh dalam menghadapi antigen. Neutrofil dan monosit yang akan berdiferensiasi menjadi makrofag akan berperan penting dalam respon imun alami, limfosit dengan berbagai subsetnya akan berperan dalam respon imun adaptif, yang semuanya akan bersinergi dalam menghadapi antigen dari luar untuk mempertahankan homeostasis tubuh.

Limfosit merupakan salah satu jenis sel leukosit yang heterogen yang dapat dibedakan dari leukosit lain berdasarkan karakteristik morfologi dan strukturnya. Limfosit dewasa dapat dibagi menjadi beberapa tipe dan sub tipe fungsional berdasarkan organ perkembangan dan fungsinya. Kelas utama limfosit meliputi Limfosit T (sel T), Limfosit B (sel B) dan sel pembunuh alami atau Natural Killer (sel NK). Limfosit T berkembang di timus dan diekspor ke darah dan organ limfoid, limfosit T bertanggung jawab atas reaksi sitotoksik yang dimediasi oleh sel dan untuk merespon reaksi hipersensitivitas yang tertunda. Limfosit T menghasilkan sitokin yang dapat

## DAFTAR PUSTAKA

- Hoffbrand, V.A. and Steensma, D.P. (2020), *Hoffbrand's Essential Hematology*, Eighth Edition., Wiley Blackwell, Oxford.
- Kaushansky, K., Prchal, J., Press, O. and Lictman, M. (2016), *Williams Hematology*, Ninth Edition., Mc Grew Hill New York.
- Keohane, E.M., Walenga, J.M., Otto, C.N., Otto, C.N. and Walenga, J.M. (2020), *Rodak's Hematology: Clinical Principles and Applications*, sixth edition., Elsevier, Canada.
- Kwiecień, I., Rutkowska, E., Kłos, K., Więsik-Szewczyk, E., Jahnz-Różyk, K., Rzepecki, P. and Chciałowski, A. (2020), "Maturation of T and B Lymphocytes in the Assessment of the Immune Status in COVID-19 Patients", *Cells*, Vol. 9 No. 12, doi: 10.3390/CELLS9122615.
- Owen, J.A., Punt, J., Stranford, S.A. and Jones, P.P. (2013), *Kuby Immunology*, Seventh Edition., W. H. Freeman and Company, New York.
- Quinley, E.D. (2011), *Immunohematology Principles & Practice*, Third Edition., Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, Philadelphia.
- Wintrobe, M.M. (2019), *Wintrobe's Clinical Hematology*, edited by Greer John P, Rodgers George M, Glader Bertil, Arber Daniel, Means Robert T and List Alan F, 14th edition., Wolters Kluwer.

# BAB 9

## SISTEM IMUN HUMORAL

Evy Diah Woelansari, S.Si, M.Kes

### A. Pendahuluan

Sistem imun humoral diperatarai antibodi yang disekresikan dan berfungsi secara fisiologi sebagai pertahanan terhadap mikroorganisme ekstraseluler dan toksin yang dihasilkan. Sistem imun humoral berbeda dengan sistem imun adaptif, yang diperantarai sel atau sel efektor dari, sel T dan berfungsi membunuh mikroorganisme yang menyebabkan infeksi dan hidup pada sel *host*. Imunitas humoral dapat terjadi pada mikroorganisme berupa bakteri ekstraseluler, jamur, virus, yang menjadi target antibodi sebelum menginfeksi sel atau saat pelepasan dari sel yang terinfeksi. Sistem imun humoral diperoleh individu melalui vaksin yang ditransfer dengan cara imunisasi sehingga seseorang mendapat kekebalan. Respon imun yang timbul menghasilkan produksi sel memori B dan T spesifik dan memberikan perlindungan terhadap infeksi mikroorganisme tersebut Antibodi dihasilkan oleh kelenjar getah bening, limpa, dan sumsum tulang, dan setelah terbentuk masuk ke peredaran darah dan sirkulasi ke seluruh tubuh. Pada mukosa usus dan sistem pernafasan, antibodi dihasilkan oleh lamina propria (Carlberg & Velleuer, 2022). Bila terdapat kegagalan atau ktdakmampuan dalam produksi antibodi mengakibatkan kerentanan terhadap infeksi mikroorganisme, menjadi meningkat. Beberapa bakteri penyebab penyakit menular pada manusia berkembang biak secara ekstraseluler, dan sebagian lagi bakteri patogen intraseluler menyebar dengan



## DAFTAR PUSTAKA

- abbas\_lichtman.\_basic\_immunology. (n.d.).
- Almeida, C. S. de, Miccoli, L. S., Andhini, N. F., Aranha, S., Oliveira, L. C. de, Artigo, C. E., Em, A. A. R., Em, A. A. R., Bachman, L., Chick, K., Curtis, D., Peirce, B. N., Askey, D., Rubin, J., Egnatoff, D. W. J., Uhl Chamot, A., El-Dinary, P. B., Scott, J.; Marshall, G., Prenskey, M., ... Santa, U. F. De. (2022). Basic immunology. functions and disorders of the immune system <https://mckinseysociety.com/downloads/reports/Educa>
- Carlberg, C., & Velleuer, E. (2022). Molecular Immunology: How Science Works. In *Molecular Immunology: How Science Works*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-04025-2>
- Darwin, E., Elvira, D., & Elfi, E. F. (2021). Imunologi dan Infeksi. In *andalas University Press* (Vol. 5, Issue 3).
- Marshall, J. S., Warrington, R., Watson, W., & Kim, H. L. (2018). An introduction to immunology and immunopathology. *Allergy, Asthma and Clinical Immunology*, 14(s2), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s13223-018-0278-1>
- Sebina, I., & Pepper, M. (2018). Humoral immune responses to infection: common mechanisms and unique strategies to combat pathogen immune evasion tactics. *Current Opinion in Immunology*, 51, 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2018.02.001>
- Shishido, S. N., Varahan, S., Yuan, K., Li, X., & Fleming, S. D. (2012). Humoral innate immune response and disease. *Clinical Immunology*, 144(2), 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2012.06.002>
- Sugiarto. (2016). 済無No Title No Title No Title (Vol. 4, Issue 1).

# BAB 10

## SISTEM IMUN MUKOSA

Dwi Andriani, drg., M.Kes

### A. Pendahuluan

Mukosa adalah permukaan “luar” tubuh (Delves *et al.*, 2017). Mukosa meliputi saluran pencernaan, urogenital dan pernafasan, termasuk rongga mulut dan hidung, faring dan konjungtiva mata (Kuper, Wijnands and Zander, 2017). Permukaan mukosa memberikan penghalang fisik untuk patogen asing serta melibatkan toleransi mikroba komensal atau antigen yang tidak berbahaya. Permukaan mukosa terus menerus terkena agen infeksi eksternal, dan akibatnya, pertahanan imunologis terhadap patogen sangat penting pada permukaan ini (York, 2020).

Proteksi pada mukosa merupakan kombinasi sistem imun *innate* atau sistem imun non-spesifik atau imunitas bawaan dan sistem imun adaptif atau sistem imun spesifik atau imunitas didapat. Garis pertahanan pertama pada mukosa adalah pertahanan fisik dan imunitas bawaan atau *innate*. Sel imun bawaan, seperti makrofag yang tinggal di jaringan dan neutrofil yang bermigrasi, adalah sel pertama yang bertindak saat timbulnya paparan patogen. Setelah imunitas bawaan, imunitas adaptif dan sel-selnya diaktifkan oleh sel dendritik di kelenjar getah bening marginal (atau di jaringan limfoid terkait mukosa yang terorganisir) dan dipanggil ke tempat infeksi. Sel B di jaringan mukosa memproduksi dan mensekresi antibodi, terutama IgA. Limfosit T juga berperan dalam mensekresi

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H. and Pillai, S. (2019) *Basic Immunology E-Book: Functions And Disorders Of The Immune System*. Elsevier Health Sciences.
- Ak, T. P. (2021) 'Bronchus-Associated Lymphoid Tissue (BALT) Histology and Its Role in Various Pathologies', in Rutland, C. S. and El-Gendy, S. A. A. (eds). Rijeka: IntechOpen, p. Ch. 9. doi: 10.5772/intechopen.99366.
- Delves, P. J. et al. (2017) *Roitt's Essential Immunology*. John Wiley & Sons.
- Ding, Z. and Tarlinton, D. (2023) 'The case for BALT in human respiratory immunity', *Nature Immunology*, 24(8), pp. 1220–1221.
- Dotiwala, F. and Upadhyay, A. K. (2023) 'Next Generation Mucosal Vaccine Strategy For Respiratory Pathogens', *Vaccines*, 11(10), p. 1585.
- Elmore, S. A. (2006) 'Enhanced histopathology of mucosa-associated lymphoid tissue', *Toxicologic pathology*, 34(5), pp. 687–696.
- Haley, P. J. (2017) 'The Lymphoid System: A Review Of Species Differences', *Journal Of Toxicologic Pathology*, 30(2), pp. 111–123.
- Hameed, S. A. et al. (2022) 'Towards The Future Exploration Of Mucosal Mrna Vaccines Against Emerging Viral Diseases; Lessons From Existing Next-Generation Mucosal Vaccine Strategies', *npj Vaccines*, 7(1), p. 71.
- Jarick, K. J. (2019) 'Migration of Allogenic T Cells In Intestinal Lymphoid Structures During Acute Graft-versus-Host Disease'. Julius-Maximilians-Universität Würzburg.
- Kobayashi, N. et al. (2019) 'The roles of Peyer's patches and microfold cells in the gut immune system: relevance to autoimmune diseases', *Frontiers in immunology*, 10, p. 2345.

- Kuper, C., Wijnands, M. and Zander, S. (2017) 'Mucosa-Associated Lymphoid Tissues', in, pp. 81-121. doi: 10.1007/978-3-319-47385-7\_4.
- Li, Y., Jin, L. and Chen, T. (2020) 'The Effects Of Secretory IgA in the Mucosal Immune System', BioMed research international, 2020.
- Lkhagvasuren, E. (2017) 'Janeway's Immunobiology', Central Asian Journal of Medical Sciences, 3(1), pp. 100-101.
- Maharyati, R. and Pawarti, R. D. (2015) 'Sistem Imun Mukosa Traktus Respiratorius Atas', Journal UNAIR.
- McGhee, J. R. and Fujihashi, K. (2012) 'Inside the mucosal immune system'.
- Mörbe, U. M. et al. (2021) 'Human Gut-Associated Lymphoid Tissues (GALT); Diversity, Structure, And Function', Mucosal Immunology, 14(4), pp. 793-802. doi: 10.1038/s41385-021-00389-4.
- Panneerselvam, D. and Vaqar, S. (2023) 'Peyer Patches', in StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing.
- Sepehrnia, S. (2021) 'Mucosal Immunology', in Robles, E. F. (ed.). Rijeka: IntechOpen, p. Ch. 1. doi: 10.5772/intechopen.98863.
- Shim, S. et al. (2020) 'Induction of Systemic Immunity Through Nasal-Associated Lymphoid Tissue (NALT) of Mice Intranasally Immunized With Brucella Abortus Malate Dehydrogenase-Loaded Chitosan Nanoparticles', PloS one, 15(2), p. e0228463.
- Silva-Sanchez, A. and Randall, T. D. (2020) 'Anatomical Uniqueness of the Mucosal Immune System (GALT, NALT, iBALT) for the Induction and Regulation of Mucosal Immunity and Tolerance.', Mucosal Vaccines, pp. 21-54. doi: 10.1016/B978-0-12-811924-2.00002-X.

- Syafa'ah, R. and Yudhawati, R. (2016) 'Peran Imunitas Mukosa Terhadap Infeksi Mycobacterium Tuberculosis', *Jurnal Respirasi Universitas Airlangga*, 2(2), pp. 61-68.
- Takaki, H. et al. (2018) 'Mucosal Immune Response In Nasal-Associated Lymphoid Tissue Upon Intranasal Administration By Adjuvants', *Journal Of Innate Immunity*, 10(5-6), pp. 515-521.
- York, A. R. (2020) 'The Influence Of Individual Singing Lessons On Voice Quality And Voice-Related Quality Of Life In Adults With Parkinson's Disease'. University of Miami.

# BAB 11

## PERKEMBANGAN DAN KELULUSHIDUPAN LIMFOSIT

Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes

### A. Pendahuluan

Limfosit ditemukan pada darah dan getah bening, yang merupakan cairan tidak berwarna di pembuluh limfoid dan berperan menghubungkan dari seluruh tubuh ke pembuluh darah. ((Orakpoghenor *et al.*, 2019); (Cui *et al.*, 2011)) serta pada organ limfoid (Cui *et al.*, 2011). Organ limfoid seperti timus, kelenjar getah bening, limpa, dan usus buntu (pada manusia) juga memiliki limfosit (Orakpoghenor *et al.*, 2019). Limfosit terutama banyak berada di jaringan ikat saluran cerna (Mescher, 2018). Limfosit terdapat pada sirkulasi ke seluruh tubuh dalam rangka menjaga imunitas tubuh yang berkelanjutan dengan berjalan melalui aliran darah, berpindah ke jaringan dan kemudian kembali ke sistem peredaran darah melalui sistem limfatik (Shimizu *et al.*, 1992)

Satu-satunya komponen leukosit yang kembali ke dalam darah setelah berada di jaringan ikat adalah limfosit (Mescher, 2018). Pengenalan dan respons limfosit terhadap antigen asing biasanya terjadi di organ limfoid atau di jaringan non-limfoid, prinsip dan mekanisme yang mengatur pergerakan limfosit ke dalam jaringan sangat penting untuk menghasilkan respons imun. Interaksi limfosit dengan sel endotel yang melapisi dinding pembuluh darah merupakan langkah penting pertama dalam pergerakan limfosit ke dalam jaringan ((Shimizu *et al.*, 1992); (Girard & Springer, 1995)

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2002). *Molecular Biology of the Cell* (4th ed.). Garland Science.
- Al-Shura, A. N. (2020). *Advanced Hematology in Integrated Cardiovascular Chinese Medicine* (Vol. 3). Elsevier Inc.
- Barinov, E. F., Sulayeva, O. N., Tereschuk, B. P., Khlamanova, L. I., Chereshneva, E. V., Gatina, K. I., & Prylutsкая, I. A. (2011). *General Histology*. Donetsk.
- Cui, D., Naftel, J. P., Daley, W. P., Lynch, J. C., Haines, D. E., & Yang, G. (2011). *Atlas of Histology with Functional and Clinical Correlations* (1st ed). Lippincott Williams & Wilkins.
- Girard, J. P., & Springer, T. A. (1995). High endothelial venules (HEVs): specialized endothelium for lymphocyte migration. *Immunology Today*, 16(9), 449–457.
- Kradin, R. L. (2016). *Understanding Pulmonary Pathology: Applying Pathological Findings in Therapeutic Decision Making*. Academic Press.
- LaRosa, D. F., & Orange, J. S. (2008). 1. Lymphocytes. *J Allergy Clin Immunol*, 121(2), S364–S369.
- Mescher, A. L. (2018). *Junqueira's Basic Histology Text And Atlas* (15th ed.). McGraw-Hill Education.
- NIH (National Institute of Health). (2024). Lymphocytes. <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Lymphocyte>
- Orakpoghenor, O., Avazi, D. O., Markus, T. P., & Olaolu, O. S. (2019). Lymphocytes: A Brief Review' *Scires Literature*. *Scires Literature*, 3(1).
- Ovalle, W. K., & Nahirney, P. C. (2013). *Netter's Histology*. In E. 2nd. (Ed.), *Essential Histology*. Elsevier/Saunders.

- Shimizu, Y., Newman, W., Tanaka, Y., & S, S. (1992). Lymphocyte Interactions with Endothelial Cells'. *Immunology Today*, 1(3).
- Tigner, A., Ibrahim, S. A., & Murray, I. V. (2022). Histology, White Blood Cell. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148/#:~:text=The small lymphocytes are similar, more cytoplasm containing azurophilic granules.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563148/#:~:text=The%20small%20lymphocytes%20are%20similar,%20more%20cytoplasm%20containing%20azurophilic%20granules.)
- Trowell, O. A. (1947). Function Of The Lymphocyte. *Nature*, 160(4076), 845–846.
- Veinotte, L. L., Greenwood, C. P., Mohammadi, N., Parachoniak, C. A., & F, T. (2006). Expression Of Rearranged Tcr $\gamma$  Genes In Natural Killer Cells Suggests A Minor Thymus-Dependent Pathway of Lineage Commitment (Vol. 107, Issue 7).
- Zachary, J. F., & McGavin, M. D. (Eds.). (2012). Pathologic Basis of Veterinary Disease5: Pathologic Basis of Veterinary Disease. Elsevier Health Sciences.
- Zamora, A. E., Grossenbacher, S. K., Aguilar, E., & Murphy, W. (2016). Models to Study NK Cell Biology and Possible Clinical Application, *Curr Protoc Immunol*. In Author manuscript; available in PMC.



# BAB 12

## SISTEM IMUN ADAPTIF: IMUNITAS YANG DIMEDIASI OLEH SEL T

Hartiyowidi Yuliawuri, S.Si., M. Biomed.

### A. Pendahuluan

Sistem imun merupakan sel dan molekul yang bertanggung jawab untuk kekebalan tubuh, sebagai respon terhadap zat asing atau molekul yang dikenali sebagai zat asing bagi tubuh. Sistem ini bekerja melalui komponen sistem imun berupa sel-sel imun, antara lain sel Limfosit B dan T, makrofag, dendritik, serta organ berupa timus, tonsil, sumsum tulang, dan sistem limfatik. Setiap komponen tersebut saling berkoordinasi untuk melindungi tubuh, dengan membentuk barrier imunitas tubuh. Terdapat tiga barrier imunitas, yaitu pertama (kulit dan membran mukosa); kedua (pertahanan internal yang nonspesifik seperti sel Natural Killer (NK), fagositosis, inflamasi, dan demam; ketiga (respon imun spesifik (imunitas yang dimediasi sel dan imunitas humoral). Imunitas tubuh dibagi menjadi dua jenis, yaitu imunitas innate/bawaan dan adaptif. (Abbas, *et al.*, 2018)

Imunitas *innate* (kekebalan alami) sangat penting untuk melawan mikroba patogen setelah infeksi, sebelum respon imun adaptif berkembang. Imunitas adaptif merupakan pertahanan tubuh terhadap invasi mikroba ataupun non mikroba dengan melibatkan beberapa komponen limfosit yang berkembang untuk melawan zat tersebut. Bentuk kekebalan ini berkembang sebagai respon terhadap infeksi untuk selanjutnya beradaptasi dengan infeksi tersebut. Berbeda dengan imun innate/bawaan, sistem imun adaptif dirangsang oleh paparan agen yang

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H. & Pillai, S., 2018. Cellular and Molecular Immunology. 9th ed. Philadelphia: Elsevier.
- Babamohamadi, M., Mohammadi, N. & Faryadi, E. e. a., 2024. Anti-CTLA-4 nanobody as a promising approach in cancer immunotherapy. *Cell Death Dis*, 15(17). <https://doi.org/10.1038/s41419-023-06391-x>
- Bauman, R. W., 2018. Microbiology: With Diseases by Body System. 5th ed. s.l.:Pearson Education, Inc..
- Delves, Peter J., Seamus J. M., Dennis R. B., Ivan M. R. 2011. Roitt's Essential Immunology. London: Wiley Blackwell.
- Hossen, M. M. *et al.*, 2023. Current understanding of CTLA-4: from mechanism to autoimmune diseases. *Frontiers in immunology*, Issue 14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1198365>
- Levinson, W., 2021. Review of Medical Microbiology and Immunology. 14 ed. New York: Mc Graw Hill.
- Pals, S. T., Gorter, D. J. J. d. & S., M., 2007. Lymphoma dissemination: the other face of lymphocyte homing. *Blood*, 110(9), pp. 3102-3111.
- Punt, J., Sharon, A. S. & Patricia, P. J. J. A. O., 2019. Kubby Immunology. 8 ed. New York: W.H. Freeman and Company.
- Volpe, E., S., M. & Luca, B. G. B., 2016. Fas-Fas Ligand: Checkpoint of T Cell Function in Multiple Sclerosis. *Front. Immunol.*, Volume 7.

# BAB 13

## SISTEM IMUN DALAM MALNUTRISI DAN INFEKSI

Ns. Diana Rhismawati Djupri, M.Kep.,  
Sp.Kep.M.B

### A. Konsep Sistem Imun

Sistem tubuh yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh adalah sistem imun. Saat terjadi invasi patogen, antigen yang dihasilkan akan menstimulasi sistem imun. Mekanisme ini yang melindungi tubuh dari invasi mikroorganisme dan apabila tidak bekerja secara optimal maka dapat menimbulkan penyakit. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi daya tahan tubuh diantaranya faktor lingkungan, makanan, stres, usia, hormon dan gaya hidup (Siregar, 2015).

Patogen yang berasal dari dalam maupun luar tubuh dapat dihilangkan oleh tubuh karena adanya sistem imun atau sistem pertahanan tubuh. Meskipun berfungsi sebagai sistem pertahanan namun adakalanya tidak berjalan baik, contohnya pada kasus autoimun dan alergi terjadi kekeliruan sistem tubuh dalam mengartikan sesuatu sehingga dianggap sebagai ancaman bagi tubuh (Hidayat and Syahputra, 2020).

#### 1. Komponen Sistem Imun

- a. Timus: Organ yang mempercepat maturasi sel T
- b. Sumsum Tulang: Jaringan lunak yang berada di dalam tulang dan sebagai tempat produksi sel darah
- c. Limpa: Selain berfungsi untuk menjaga imunitas tubuh, limpa juga berfungsi memfiltrasi darah serta mendaur ulang darah yang sudah tua dan rusak untuk dijadikan sel yang baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, N.A. *et al.* (2022) 'Analisis Kebutuhan Biokimia Gizi Balita Dan Pengenalan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea* l) Terhadap Orang Tua Balita Dalam Meningkatkan Imunitas: Analysis Of Nutritional Biochemical Requirements Of Toddlers And The Introduction Of Kombucha Flower', *Medimuh: Jurnal Kesehatan Muhammadiyah*, 3(2), pp. 59-66.
- AF, S.M. and Irma, I. (2020) 'Sindrom Penyakit Tropis sebagai Prediktor Terjadinya Malnutrisi Balita di Daerah Pesisir', *Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 4(2), pp. 107-119.
- Candra, A. (2017) 'Suplementasi Mikronutrien Dan Penanggulangan Malnutrisi Pada Anak Usia Di Bawah Lima Tahun (Balita)', *JNH*, 5(3), pp. 1-8.
- Djunaedi, D. (2013) 'Pengaruh Probiotik Pada Respon Imun', *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 23(1), pp. 22-27.
- Fifendy, M. (2017) *Mikrobiologi. Kencana.*
- Hidayat, S. and Syahputra, A.A. (2020) 'Sistem Imun Tubuh Pada Manusia', *Visual Heritage: Jurnal Kreasi Seni dan Budaya*, 2(3), pp. 144-149.
- Isnaini, N. *et al.* (2016) 'Hubungan Pola Asuh, Pola Makan Dan Penyakit Infeksi Dengan Kejadian Gizi Buruk Pada Balita Di Kabupaten Magetan Tahun 2016'. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kondororik, F., Martosupono, M. and Susanto, A.B. (2017) 'Peranan  $\beta$ -karoten dalam Sistem Imun untuk Mencegah Kanker', *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*, 4(1), pp. 1-8.
- Marischa, S., Angraini, D.I. and Putri, G.T. (2017) 'Malnutrisi Pada Pasien Kanker', *MEDULA, Medical Profession Journal Of Lampung University*, 7(4), pp. 107-111.
- Munasir, Z. (2016) 'Respons Imun Terhadap Infeksi Bakteri', *Sari Pediatri*, 2(4), pp. 193-197.

- Nasution, S.D. (2015) 'Malnutrisi dan Anemia Pada Penderita Tuberkulosis Paru', *Jurnal Majority*, 4(8), pp. 26-29.
- Nuban, N.S. *et al.* (2020) 'Makanan Tradisional dari Ulat Sagu sebagai Upaya Mengatasi Malnutrisi pada Anak', *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, 1(1), pp. 25-36.
- Nurnajiah, M., Rusdi, R. and Desmawati, D. (2016) 'Hubungan Status Gizi dengan Derajat Pneumonia pada Balita di RS. Dr. M. Djamil Padang', *Jurnal Kesehatan Andalas*, 5(1).
- Prakoeswa, F.R. (2020) 'Peranan Sel Limfosit Dalam Immunologi: Artikel Review', *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 2(4), pp. 525-537.
- Pratiwi, A.R. (2020) Pangan Untuk Sistem Imun. SCU Knowledge Media.
- Pratiwi, A.S. (2015) 'Hubungan Infeksi Soil-Transmitted Helminth dengan Malnutrisi dan Anemia pada Anak', *Jurnal Agromedicine*, 2(4), pp. 377-380.
- Rahadiani, D. and Herlinawati, H. (2022) 'Sistem Imunitas Alamiah dan Sistem Imunitas Adaptif', *Nusantara Hasana Journal*, 2(3), pp. 98-106.
- Saraswati, D.D. *et al.* (2016) 'Faktor Risiko Yang Berperan Pada Mortalitas Sepsis', *Sari Pediatri*, 15(5), pp. 281-288.
- Septiani, S.R., Gurnida, D.A. and Wiramihardja, S. (2020) 'Gambaran Malnutrisi Pasien Anak Di Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Hasan Sadikin Bandung Periode Agustus 2019', *Jurnal Sistem Kesehatan*, 5(3).
- Siregar, M.L. (2015) 'Peran Immunomodulator Pada Penyakit Infeksi', *Temu Ilmiah: Konsep Mutakhir Tatalaksana Berbagai Persoalan Medis*, p. 73.
- Sudiono, J. (2014) 'Sistem Kekebalan Tubuh', Jakarta: EGC, pp. 52-54.

Tumina, M.S., Waluyo, A. and Yona, S. (2023) 'Validitas dan Reliabilitas Instrumen "3-Minute Nutritional Screening (3-MinNS)" Untuk Mengkaji Risiko Malnutrisi Pada Pasien HIV dan AIDS', *Jurnal Keperawatan*, 11(2), pp. 112-120.

# BAB

# 14

## PROBIOTIK & PREBIOTIK

Aini, Amd, Kes, S.Si., M.Si

### A. Pendahuluan

Prebiotik merupakan pangan yang akan digunakan oleh bakteri probiotik untuk pertumbuhan. Probiotik mengandung mikroorganisme hidup yang memberi manfaat bagi saluran pencernaan. Prebiotik tidak dapat dicerna atau diserap langsung oleh tubuh melainkan fermentasi dari mikroorganisme probiotik, atau prebiotik merupakan asupan makanan bagi mikroorganisme probiotik sehingga dapat bermanfaat dalam tubuh (1). Beberapa prebiotik yang digunakan yaitu *inulin* oligo, fruktosa, frukto oligosakarida dan galaktooligosakarida. Tujuan penambahan probiotik adalah akan meningkatkan komposisi bakteri prebiotik yang berguna bagi kesehatan (2)

### B. Definisi Prebiotik dan Probitik

Prebiotik merupakan jenis serat yang tidak dapat dicerna langsung oleh tubuh usus tanpa mengalami pencernaan oleh enzim pencernaan. prebiotik menjadi sumber nutrisi bagi bakteri baik dalam usus. Prebiotik difermentasi oleh bakteri (probiotik) dalam usus. Hasil proses fermentasinya menghasilkan *short-chain fatty acids* (SCFA) yang merupakan sumber energi utama untuk sell usus besar. *Short-chain fatty acids* membantu memelihara usus, meningkatkan penyerapan mineral, dan memperkuat sistem kekebalan tubuh. Fungsi prebiotik adalah untuk pertumbuhan dan aktivitas bakteri baik (Probiotik) seperti bifidobacteria dan *lactobacilli* dalam usus.

## DAFTAR PUSTAKA

- A AJ, Suresh A. Oral microbial shift induced by probiotic *Bacillus coagulans* along with its clinical perspectives. *J Oral Biol Craniofacial Res* [Internet]. 2023;13(3):398–402. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2023.03.013>
- Anggraeni AA. Prebiotik dan Manfaat Kesehatan. Semin Nas 2012 "Peningkatan Kompetensi Guru dalam Menghadapi UKG" Jur PTBB FT UNY. 2012;1–11.
- Bermudez-Brito M, Plaza-Díaz J, Muñoz-Quezada S, Gómez-Llorente C, Gil A. Probiotic mechanisms of action. *Ann Nutr Metab*. 2012;61(2):160–74.
- Brahe LK, Astrup A, Larsen LH. Can we prevent obesity-Related metabolic diseases by dietary modulation of the gut microbiota? *Adv Nutr* [Internet]. 2016;7(1):90–101. Available from: <http://dx.doi.org/10.3945/an.115.010587>
- Delzenne NM, Neyrinck AM, Bäckhed F, Cani PD. Targeting Gut Microbiota In Obesity: Effects Of Prebiotics And Probiotics. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2011;7(11):639–46. Available from: <https://doi.org/10.1038/nrendo.2011.126>
- Haliman CD, Alfinnia S. Open Access Mikrobiota Usus , Prebiotik , Probiotik , dan Sinbiotik pada Manajemen Obesitas Gut Microbiota , Prebiotics , Probiotics , and Synbiotics in Management of Obesity. *Media Gizi Kesmas*. 2021;10(1):149–56.
- Hashemi B, Abdollahi M, Abbaspour-Aghdam S, Hazrati A, Malekpour K, meshgi S, *et al*. The Effect Of Probiotics On Immune Responses And Their Therapeutic Application: A New Treatment Option For Multiple Sclerosis. *Biomed Pharmacother* [Internet]. 2023;159:114195. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.114195>



- Hemarajata P, Versalovic J. Effects of Probiotics On Gut Microbiota: Mechanisms Of Intestinal Immunomodulation And Neuromodulation. *Therap Adv Gastroenterol.* 2013 Jan;6(1):39-51.
- Markowiak P, Śliżewska K. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. *Nutrients.* 2017 Sep;9(9).
- Markowiak-Kopeć P, Śliżewska K. The Effect of Probiotics on the Production of Short-Chain Fatty Acids by Human Intestinal Microbiome. *Nutrients.* 2020 Apr;12(4).
- Mathipa-Mdakane MG, Thantsha MS. *Lactocaseibacillus rhamnosus*: A Suitable Candidate for the Construction of Novel Bioengineered Probiotic Strains for Targeted Pathogen Control. *Foods (Basel, Switzerland).* 2022 Mar;11(6).
- Meurman JH. Probiotics and oral health. *Food Const Oral Heal Curr Status Futur Prospect.* 2009;421-32.
- Mills S, Yang B, Smith GJ, Stanton C, Ross RP. Efficacy of *Bifidobacterium Longum* Alone Or In Multi-Strain Probiotic Formulations During Early Life And Beyond. *Gut Microbes.* 2023;15(1):2186098.
- Notoatmodjo S. *Metodologi Penelitian Kesehatan.* Jakarta: Rineka cipta; 2010.
- Poonam Sharma, Priyanka Bhardwaj 1 and Rambir Singh1. Administration of *Lactobacillus Casei* and *Bifidobacterium bifidum* Ameliorated Hyperglycemia, Dyslipidemia, and Oxidative Stress in Diabetic Rats. *Int J Prev Med [Internet].* 2016;7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5007903/>
- Setiarto RHB, Widhyastuti N. Kajian Pustaka: Probiotik dan Prebiotik Meningkatkan Imunitas untuk Mencegah Infeksi Virus Covid 19. *J Vet.* 2022;23(1):130-45.

- Suciangto W, Zainal ATF, Nasrum NIR. Potensi Probiotik Sebagai Regulator Sitokin Inflamasi Dalam Perbaikan Klinis Pasien Covid-19. *JIMKI J Ilm Mhs Kedok Indones*. 2022;9(3):72–82.
- Syafa'ah I, Yudhawati R. Peran Imunitas Mukosa terhadap Infeksi *Mycobacterium Tuberculosis*. *J Respirasi*. 2019;2(2):61.
- van Vliet MJ, Harmsen HJM, de Bont ESJM, Tissing WJE. The Role Of Intestinal Microbiota In The Development And Severity Of Chemotherapy-Induced Mucositis. *PLoS Pathog*. 2010 May;6(5):e1000879.
- Wangko WS. Aspek Fisiologik Short Chain Fatty Acid (SCFA). *Med Scope J*. 2020;2(1):26–35.
- Yogeswara IBA, Kusumawati IGAW, Nursini NW. Viabilitas dan Stabilitas Bakteri Probiotik *L. acidophilus* FNCC 0051 pada Susu Kedelai Fermentasi Selama Di Saluran Cerna *In vitro* Dan Penyimpanan. *Semin Nas FMIPA UNDIKSHA IV*. 2014;360–7.

# BAB 15

## ANTIOKSIDAN DAN IMUNITAS

Samsidar Usman, S.Farm., M.Kes

### A. Antioksidan

Antioksidan merupakan zat gizi penting yang dibutuhkan tubuh, karena merupakan zat atau senyawa yang dapat melindungi dan mengawetkan sel dan jaringan tubuh dari pengaruh negatif spesies oksigen reaktif yaitu radikal bebas. Keluarnya sistem pertahanan tubuh dari sel-sel yang rusak berupa senyawa antioksidan pada tingkat seluler, folikuler, dan ekstraseluler. (Werdhasari, 2014). Antioksidan mencegah reaksi oksidasi dengan cara menangkap radikal bebas dan partikel reaktif yang berkaitan atau berhubungan dengan penyakit. (CNN Indonesia, 2020). Dampak reaktivitas senyawa radikal bebas diawali dengan rusaknya sistem seluler atau jaringan. Antioksidan alami banyak ditemukan pada sayuran, buah-buahan, herba, dan rempah-rempah, dan setiap makanan memiliki kadar antioksidan yang berbeda-beda, seperti flavonoid, tanin, lignan, fenol, vitamin A, C, dan E. Zat-zat tersebut juga mempunyai tujuan untuk melawan radikal bebas. di dalam tubuh (CNN Indonesia, 2020). Antioksidan menjadi fokus para ahli karena penggunaannya dapat melindungi lipid dan makanan berlemak dari kerusakan oksidatif, sehingga antioksidan dapat meningkatkan pertahanan tubuh agar tetap aktif. Selain itu, sistem antioksidan dapat memberikan manfaat kesehatan terkait penyakit degeneratif seperti kanker, penuaan dan katarak (Santoso, 2021). Semakin banyak antioksidan alami yang kita konsumsi, maka semakin mampu menghindarkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Cepeda G, dkk (2019) Aktivitas Penangkalan Radikal Bebas dan Kemampuan Reduksi Ekstrak Kulit Akway(Drimis Piperita Hook.F.) Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.
- CNN Indonesia (2022) 7 Tanda Imunitas Tubuh Mulai Menurun.: Artikel Publishing
- Dinkes kulon (2020) Nutrisi Untuk Imunitas (1) Yogyakarta: Artikel Publishing
- Harvard.T. H. Chan (2024) Nutrition and Immunity Harvard University, Boston: School Public Health
- Iftitah Nurul Laily (2022) Pengertian Antioksidan Beserta Jenis dan Manfaatnya Katadata.co.id/lifestyle
- Karnen, dkk (2012) Imunologi Dasar Jakarta: Badan Penerbit FKUI
- Kumar dkk (2010) Medicinal uses and pharmacological properties of Moringa oleifera. Int J Phytomedicine
- Lisna (2023) Penentuan Kadar Antioksidan tertiary butyl Hydroquinone pada Minyak Goreng Curah dengan Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi FASKES: Jurnal Farmasi, Kesehatan dan Sains:Publishing
- Parwata (2016) Bahan Ajar Antioksidan Kimia Terapan Program Pascasarjana Universitas Udayana
- Rahmi H (2017) Aktivitas Antioksidan dari Berbagai sumber Buah-Buahan Di Indonesia Jurnal Agrotek Indonesia: Publishing
- Santoso U (2021) Antioksidan Pangan Yogyakarta: Penerbit Gajah Mada University Press
- Setiawan F (2018) Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Secang (Caesalpinia Sappan) Menggunakan Metode DPPH, ABTS, Dan FRAP Media Pharmaceutica Indonesian: Artikel Publishing

Ye Frida (2015) Validasi Metode Frap Modifikasi Pada Penentuan Kandungan Antioksidan Total dalam Sampel Mangga dan Rambutan. *Jurnal Riset Kimia: Artikel Publishing*

# BAB 16

## IMUNOLOGI TRANSPLANTASI

Deddy Adam, S.ST., M.Imun

### A. Pendahuluan

Imunologi transplantasi adalah ilmu yang mempelajari respon imun yang terjadi ketika suatu organ atau jaringan dipindahkan (dicangkokkan) dari satu individu ke individu lainnya. Kerusakan suatu jaringan atau organ dapat diperbaiki dengan transplantasi dari donor (misalnya ginjal, hati, jantung, paru-paru, atau pankreas). Namun, hambatan utama setelah proses transplantasi adalah sistem imun resipien menganggap organ atau jaringan yang dicangkokkan ke dalam tubuhnya adalah sebagai suatu benda asing sehingga sistem imun bekerja untuk menyerang serta menghancurkannya. Sistem imun mengidentifikasi cangkok melalui antigen yang ada pada sel organ atau jaringan dan bereaksi dengan cara yang sama seperti bereaksi terhadap patogen (Nurmasitoh, 2015).

Penting untuk memahami mekanisme ini karena dapat membantu dalam memahami gambaran klinis penolakan dan kesimpulannya, juga dalam melakukan diagnosis awal yang tepat dan memberikan pengobatan yang sesuai. Pemahaman tentang proses sistem imun ini juga sangat penting dalam merancang strategi untuk mengurangi penolakan dan untuk mengembangkan terapi obat dan perawatan baru yang dapat mengurangi dampak sistem imun tubuh pada jaringan atau organ yang ditransplantasikan, sehingga jaringan atau organ tersebut dapat bertahan lebih lama (Wulandari, 2023).

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A., Lichtman, A. and Pillai, S. (2014) Cellular and Molecular Immunology E-book. Elsevier Health Sciences.
- Andisari, H. E. (2021) 'Kegawatan pada Reaksi Transfusi', *Oceana Biomedicina Journal*, 4(2), pp. 145-163.
- Bhaskaran, M. C., Heidt, S. and Muthukumar, T. (2022) 'Principles of Virtual Crossmatch Testing For Kidney Transplantation', *Kidney International Reports*, 7(6), pp. 1179-1188.
- Burmester, G.-R. *et al.* (2003) *Color Atlas of Immunology*. Thieme New York.
- Delves, P. J. *et al.* (2017) *Roitt's Essential Immunology*. John Wiley & Sons.
- Dunn, P. P. J. (2011) 'Human Leukocyte Antigen Typing: Techniques And Technology, A Critical Appraisal', *International journal of immunogenetics*, 38(6), pp. 463-473.
- Heinemann, F. M. (2009) 'HLA Genotyping And Antibody Characterization Using The Luminex™ multiplex Technology', *Transfusion Medicine and Hemotherapy*, 36(4), pp. 273-278.
- Lamb, M. G. *et al.* (2021) 'Natural Killer Cell Therapy For Hematologic Malignancies: Successes, Challenges, And The Future', *Stem Cell Research & Therapy*, 12(1), pp. 1-19.
- Li, X. C. (2023) 'Robert S. Schwartz, MD, A Transformative Figure In Immunosuppression That Revolutionized Transplantation', *Frontiers in Transplantation*, 2. doi: 10.3389/frtra.2023.1258950.
- Malhotra, D. and Jethwani, P. (2023) 'Preventing Rejection of the Kidney Transplant', *Journal of Clinical Medicine*, 12(18), p. 5938.

- Mulley, W. R. and Kanellis, J. (2011) 'Understanding Crossmatch Testing In Organ Transplantation: A Case-Based Guide For The General Nephrologist', *Nephrology*, 16(2), pp. 125-133.
- Murphy, K. and Weaver, C. (2016) *Janeway's Immunobiology*. Garland science.
- Nurmasitoh, T. (2015) 'Physical Activities, Exercises, And Their Effects To The Immune System', *JKKI: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, pp. 52-58.
- Shetty, N. (2005) *Immunology: Introductory Textbook*. New Age International.
- Vivier, E. *et al.* (2008) 'Functions of Natural Killer Cells', *Nature immunology*, 9(5), pp. 503-510.
- Wood, K. J. and Goto, R. (2012) 'Mechanisms of Rejection: Current Perspectives', *Transplantation*, 93(1), pp. 1-10.
- Wulandari, D. (2023) 'Pemeriksaan Imunologi Transplantasi: Hla-Typing, Donor-Specific Antibody, Dan Crossmatching', in *Pendidikan Berkesinambungan Patologi Klinik 2023: Comprehensive Laboratory And Clinical Approach To Replacement Therapy And Transplantation*.



# BAB 17 | IMUNOTERAPI

apt. Rani Ardiani, S.Farm., M.Si

## A. Pendahuluan

Sistem imun sangat berperan dalam patogenesis suatu penyakit. Hampir semua penyakit berhubungan dengan sistem imun seperti infeksi, inflamasi, penyakit autoimun, maupun keganasan. Imunoterapi adalah pengobatan penyakit dengan mengaktifkan atau menekan sistem kekebalan tubuh. Imunoterapi digunakan untuk meningkatkan atau menurunkan regulasi sistem imun untuk mencapai efek terapeutik pada gangguan yang diperantarai imunologi termasuk imunodefisiensi, reaksi hipersensitivitas, penyakit autoimun, transplantasi jaringan dan organ, keganasan, gangguan inflamasi, penyakit menular dan penyakit lainnya. Penggunaan obat-obatan (misalnya immunosupresan), biologis (misalnya sitokin, antibodi monoklonal, dan antiserum), vitamin dan mineral (misalnya seng, vitamin C, dan vitamin B6), transplantasi (misalnya sumsum tulang) dan imunisasi (misalnya vaksin profilaksis dan terapeutik) digunakan untuk mengendalikan respon imun. Pemberian imunoterapi dapat meningkatkan kualitas dan harapan hidup (Verhoeven et al, 2018). Imunoterapi yang dirancang untuk memperoleh atau memperkuat respons imun diklasifikasikan sebagai imunoterapi aktivasi, sedangkan imunoterapi yang mengurangi atau menekan diklasifikasikan sebagai imunoterapi supresi. Imunoterapi juga disebut sebagai terapi biologis dan telah diterapkan dalam pengobatan penyakit autoimun, keganasan,

## DAFTAR PUSTAKA

- Asherson RA, Gunter K, Daya D, Shoenfeld Y (2008) Multiple Autoimmune Diseases in a Young Woman: Tuberculosis and Splenectomy as Possible Triggering Factors. Another Example of the "Mosaic" of Autoimmunity. *J Rheumatol.* 35:1224-7.
- Avorn J (2011) Learning about the Safety of Drugs. A Half-Century of Evolution. *N Engl J Med.* 365:2151-3.
- Galluzzi L., Vacchelli E., Pedro J.-M.B.-S., et al (2014) Classification of current anticancer immunotherapies. *Oncotarget.* 5(24):12472-12508.
- Kumar, S, Gupta P, Sharma S; Kumar D (2011). "Review tentang tanaman imunostimulan". *Jurnal Pengobatan Integratif Tiongkok.* 9 (2): 117-128.
- Lee SJ, Chinen J, Kavanaugh A (2010) Immunomodulatory therapy: monoclonal antibodies, fusion proteins, cytokines, and immunoglobulins. *J Allergy Clin Immunol.* 2010;125:S314-23.
- N A Gillett; C Chan (2000) Applications of immunohistochemistry in the evaluation of immunosuppressive agents. *Human and Experimental Toxicology.* 19 (4): 251-254.
- Verhoeven D, Stoppelenburg AJ, Meyer-Wentrup F, Boes M (2018) Increased risk of hematologic malignancies in primary immunodeficiency disorders: opportunities for immunotherapy. *Clin Immunol.* 190:22-31

# BAB 18

## PENYAKIT YANG DISEBABKAN OLEH RESPON IMUN

Dr. Enny Khotimah, AMAK.SE.MM

### A. Pendahuluan

Sistem kekebalan tubuh berperan penting dalam melindungi tubuh dari infeksi dan penyakit dengan mendeteksi dan melawan patogen seperti bakteri, virus, dan jamur. Untuk menjaga sistem kekebalan tubuh tetap sehat, penting untuk mengadopsi gaya hidup yang sehat, termasuk pola makan seimbang, olahraga teratur, tidur yang cukup, mengelola stres, dan menghindari kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol yang berlebihan. Selain itu, vaksinasi juga dapat membantu melindungi tubuh dari penyakit menular yang disebabkan oleh patogen. Kurangnya waktu istirahat yang cukup dan tidak adanya tidur yang berkualitas dapat berdampak negatif pada sistem kekebalan tubuh. Saat tidur, tubuh memiliki kesempatan untuk melakukan regenerasi sel-sel imun dan memperkuat sistem kekebalan tubuh. Ini penting karena selama tidur, tubuh memproduksi protein penting seperti sitokin, yang membantu dalam perang melawan infeksi, peradangan, dan stres. Ketika seseorang tidak tidur cukup, produksi sitokin dan sel-sel imun lainnya dapat terganggu. Akibatnya, sistem kekebalan tubuh dapat melemah, meningkatkan risiko terkena infeksi dan penyakit. Selain itu, kurang tidur juga dapat meningkatkan tingkat inflamasi dalam tubuh, yang dapat berkontribusi pada perkembangan berbagai penyakit kronis seperti penyakit jantung, diabetes, dan gangguan imun lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Eryati Darwin, Dwitya Elvira, Eka Fithria. (2021) *Imunologi Dan Infeksi*. Padang: Andalas University Press
- M. Syamsul Arif SN, Talista Anasagi (2019) *Bahan Ajar Teknologi Bank Darah (TBD) Immunologi* Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Kementerian Kesehatan RI

## TENTANG PENULIS



**Ns. Fajar Susanti, M.Kep., Sp.Kep.Kom** seorang penulis dan Dosen Prodi S1 Keperawatan dan Ners Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Respati Indonesia Jakarta. Lahir di Jakarta, 18 September 1981. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan bapak Woeljo dan Ibu Sopiya. ia menamatkan pendidikan program Sarjana (S1) di Universitas Muhammadiyah Jakarta prodi D3, S1 Keperawatan dan Ners, menyelesaikan program Pasca Sarjana (S2) dan Spesialis Komunitas di Universitas Indonesia prodi keperawatan.



**Dr. Anik Handayati, dra., M. Kes**, lahir di Magetan, pada 17 Juni 1964. Beliau memperoleh gelar Dra bidang MIPA Kimia dari Universitas Airlangga pada tahun 1989, memperoleh gelar M.Kes bidang Kedokteran Laboratorium dari Universitas Airlangga pada tahun 2003, dan memperoleh gelar Doktor bidang Ilmu Kedokteran dari Universitas Airlangga pada tahun 2018. Beliau menjabat sebagai dosen jurusan Teknologi Laboratorium Medik di Poltekkes Surabaya sejak tahun 2000 hingga sekarang. Dr. Anik Handayati, Dra, M.Kes dalam kurun waktu 5 tahun terakhir telah menulis beberapa buku yang diterbitkan oleh penerbit EGC, diantaranya adalah: Kimia Klinik dan Dasar Manajemen Laboratorium untuk SMK Kesehatan, Hematologi Teknologi Laboratorium Medik untuk D3 TLM.



**Atna Permana, M.Biomed, Ph.D.**, lahir di Sumedang, pada 08 Februari 1970. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia. Pria yang kerap disapa Atna ini adalah anak dari pasangan Tarya Suryatna H (ayah) dan Erummyati (ibu).



**Dr. Kristanti Parisihni, drg., M.Kes**, lahir di Jogjakarta, pada tanggal 15 Maret 1968. Saat ini tinggal di Surabaya dan berkarya sebagai staf pengajar di Departemen Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang Tuah pada bidang Mikrobiologi Kedokteran dan Imunologi



**Misbahul Huda, S.Si., M. Kes**, lahir di Palembang, pada 22 Desember. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Sriwijaya pada Program Sarjana Biologi dan Universitas Gadjah Mada pada Program Pasca Sarjana Fakultas Kedokteran Program Studi Ilmu Kedokteran Tropis dengan peminatan Imunologi dan Biologi Molekuler. Wanita yang kerap disapa Mis ini adalah anak dari pasangan H. Hasbullah Ilyas (ayah) dan Hj. Masdiana (ibu). Misbahul Huda adalah Dosen di Poltekkes Tanjungkarang.



**Suhariyadi, S.Pd., M.Kes**, adalah dosen Poltekkes Kemenkes Surabaya lahir di Sidoarjo pada 29 Agustus 1968. Suhariyadi atau sering disapa Suhar atau Hariyadi terlahir dari seorang Ibu bernama Hj. Djuariyah(almh) dan seorang Bapak H. Pardi. Ia lulusan SMAK Depkes Surabaya tahun 1988 dan melanjutkan S1 Kimia di IKIP PGRI Surabaya. Pendidikan Magister diperoleh di Program Magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga lulus tahun 2008. Saat ini mendapat tugas tambahan sebagai Ketua Prodi Teknologi Laboratorium Medis Program Diploma 3.



**Zuraida, SKM., MKM**, lahir di Jakarta, pada 24 April 1983. Jenjang Pendidikan Diploma III Analisis Kesehatan ditempuh pada AAK Yayasan Pendidikan MH Thamrin Jakarta, Pendidikan S1 Kesehatan Masyarakat pada Universitas Indonesia. Pendidikan S2 Kesehatan Masyarakat di Universitas Indonesia



**dr. Ima Arum Lestari, MSi.Med., Sp.PK**, lahir di Pemalang, Jawa Tengah, pada 09 September 1974. Tercatat sebagai lulusan Dokter, Spesialis Patologi Klinik dan Magister Biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro (UNDIP), dan saat ini tengah menempuh program Doktorat di Universitas Negeri Semarang (UNNES). Penulis adalah dosen aktif di Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram sejak tahun 2003 sampai sekarang.



**Evy Diah Woelansari, S.Si, M.Kes.**

Lahir Surabaya 21 Januari 1975. Pendidikan S2 Imunologi Universitas Airlangga Surabaya. Pekerja saat ini Dosen di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Surabaya.



**Dwi Andriani, drg., M.Kes**, lahir di Denpasar, pada 13 Oktober 1985. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Airlangga Surabaya untuk Program Pendidikan Dokter Gigi (2003-2008) dan Magister Ilmu Kesehatan Gigi Universitas Airlangga Surabaya (2009-2011). Saat ini, beliau merupakan staf pengajar dari Departemen Biologi Oral di Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hang Tuah

Surabaya sejak 2012.



**Dr. Endah Wahjuningsih, drg., M.Kes** lahir di Surabaya, pada 18 Maret 1968. Alumni Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. S2 Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga minat Anatomi-Histologi dan S3 Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Staf pengajar di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hang

Tuah pada Laboratorium Biologi Oral dan memberikan materi tentang Biologi Oral, Anatomi dan Histologi.





**Hartiyowidi Yuliawuri, S.Si., M.Biomed.,** lahir di Jakarta, pada 9 Juli 1986. Menyelesaikan pendidikan di Universitas Indonesia dan menerima gelar magister di bidang Ilmu Biomedik tahun 2012 dan gelar sarjana di bidang Biologi tahun 2008. Penulis pernah bekerja dengan Pusat Penelitian

Virologi dan Kanker Patobiologi (Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia) sampai tahun 2019. Saat ini penulis menjadi dosen di Calvin Institute of Technology pada Program Studi Biomedical Sciences.



**Ns. Diana Rhismawati djupri, M.Kep.,Sp.Kep.M.B,** lahir di Surabaya, tanggal 5 Desember 1980. Lulusan S2 Spesialis Medikal Bedah Universitas Indonesia tahun 2018. Saat ini bekerja di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Pertamedikat. Sejak tahun 2006 mengajar Keperawatan Dasar, bergabung dengan departemen KMB sejak tahun 2012.

Penulis aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian masyarakat.



**Aini, Amd, Kes, S.Si., M.Si,** menyelesaikan pendidikan menengah pada analis kesehatan Mataram. Diploma dan Sarjana Terapan Teknologi laboratorium medis Poltekkes (TLM) Kemenkes Mataram. Sarjana biologi Unizar dan S2 Universitas Mataram. Penulis Merupakan Dosen peneliti tentang probiotik dalam beberapa tahun terakhir. Pemenang hibah PDP 2019 tentang probiotik sebagai

antidiabetik. Pemenang hibah penelitian produk vokasi tentang pemanfaatan probiotik dalam industri



**Samsidar Usman, S.Farm.,M.Kes,** Seorang Perempuan yang lahir di Makassar, pada tanggal 27 Juli 1982. Sebagai Lulusan Magister Biomedik-Farmakologi tercatat di Universitas Hasanuddin tahun 2009. Saat ini merupakan Dosen aktif yang mendedikasikan dirinya dalam dunia pendidikan di Universitas Indonesia Timur sejak tahun 2010. Mengampu beberapa mata kuliah, diantaranya Farmakokinetik, Dasar-Dasar Immunologi, Biosintesis Antibiotik, Toksikologi, Biofarmaseutika, Patofisiologi dan Farmakoterapi Kardiovaskuler dan Respirasi. Aktif Menulis artikel pada jurnal terakreditasi SINTA.



**Deddy Adam, SST., M.Imun,** lahir di Surabaya, pada 14 Maret 1987. Ia tercatat sebagai lulusan Program Magister Immunologi Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya. Pria yang kerap disapa Deddy ini adalah suami dari Lella Rahmawati dan telah dianugerahi empat anak (Fathimah Az Zahra, Muhammad Ihsan, Almeera dan Abdullah Efendim). Menggeluti hal-hal yang berbau biologi molekuler, patologi klinik, imunologi dan metode laboratorium. Aktif dalam berbagai keorganisasian, serta sebagai pengurus beberapa lembaga di masyarakat dan profesi. Tinggal di Surabaya, Jawa Timur



**apt. Rani Ardiani, S.Farm., M.Si**, lahir di Padangsidempuan, pada 4 April 1989. Lulusan Universitas Sumatera Utara. Penulis adalah anak dari pasangan Edy Chaniago (ayah) dan Mardiani Sikumbang (ibu). Saat ini penulis sebagai dosen S1 Farmasi di Institusi Kesehatan Helvetia Medan.



**Dr. Enny Khotimah AMAK.SE.MM.** Pada tahun 1993 sampai dengan tahun 2005 bekerja di Rumah Sakit Pondok Indah Jakarta Selatan. Pada tahun 2005 - 2007 Bekerja di Medika Plaza International Clinic. Tahun 2008-2009 Bekerja di Parahita Laboratorium Jakarta. Tahun 2012-2014 Bekerja di Rumah Sakit Premier Jatinegara. Tahun 2015-2018 Bekerja di Jakarta Kyoai Medical Service Jakarta. Tahun 2017 sampai sekarang bekerja sebagai Tenaga Pengajar di Universitas Binawan Jakarta.