

IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI

Pendekatan Terintegrasi

"IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI: PENDEKATAN TERINTEGRASI" adalah buku yang menggabungkan tiga bidang penting dalam ilmu kesehatan. Buku ini menjelaskan hubungan antara sistem kekebalan tubuh, mikroorganisme, dan parasit dengan cara yang mudah dimengerti.

Dimulai dari penjelasan tentang pertahanan dasar tubuh, buku ini kemudian membahas sistem kekebalan yang lebih kompleks. Pembaca akan belajar tentang mikrobioma dan perannya dalam kesehatan kita.

Buku ini juga membahas secara rinci tentang infeksi bakteri, virus, dan parasit. Dijelaskan pula bagaimana mikroba dan parasit bisa menghindari sistem kekebalan tubuh, serta mengapa alergi dan reaksi berlebihan terhadap zat asing bisa terjadi

Bagian menarik dari buku ini adalah penjelasan tentang teknik-teknik modern untuk diagnosis dan penelitian. Di akhir, dibahas juga tentang pengobatan yang bisa memengaruhi sistem kekebalan dan melawan mikroba.

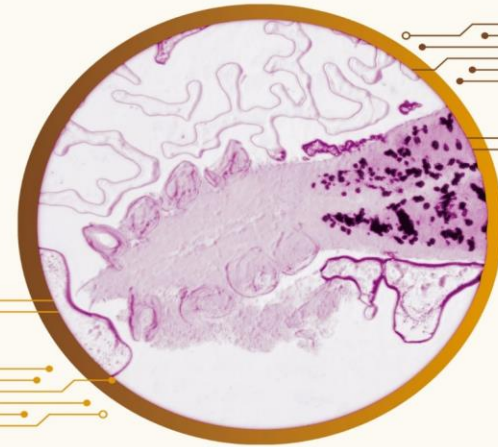
Buku ini cocok untuk mahasiswa kedokteran, peneliti, dan pekerja di bidang kesehatan. Isinya memberikan pemahaman yang lengkap tentang bagaimana sistem kekebalan tubuh bekerja dan berinteraksi dengan mikroorganisme dan parasit.

Dengan pendekatan yang menyeluruh, buku ini membantu pembaca memahami hubungan antara sistem pertahanan tubuh dan dunia mikroskopis di sekitar kita. Ini adalah sumber informasi yang berharga untuk memahami kesehatan manusia dari sudut pandang imunologi, mikrobiologi, dan parasitologi.



IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI

Pendekatan Terintegrasi



IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI: PENDEKATAN TERINTEGRASI



PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA

Email : penerbitmafya@gmail.com

Website : penerbitmafya.com

FB : Penerbit Mafy



| Annita | Sri Rahma Sari | Afianti Sulastris |
Syandrez Prima Putra | Inelvi Yulia | Eva Triani |
Asnia Zainuddin | Utami Ariyasra | Venny Patricia |
Ulya Utı Fasrını |

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

- I. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
- II. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- III. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- IV. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI PENDEKATAN TERINTEGRASI

Dr. Annita, S.ST, M.Biomed.

Sri Rahma Sari, M.Biomed.

Dr. apt. Afianti Sulastri, S.Si., M.Pd.

dr. Syandrez Prima Putra, M.Sc.

Inelvi Yulia, S.Si., M.Si.

dr. Eva Triani, M.Ked.Trop.

Dr. Asnia Zainuddin, M.Kes.

Utami Ariyasra, M.Biomed.

Venny Patricia, S.Pd, M.Kes.

dr. Ulya Uti Fasrini, M.Biomed.



IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI PENDEKATAN TERINTEGRASI

Penulis:

Dr. Annita, S.ST, M.Biomed.

Sri Rahma Sari, M.Biomed.

Dr. apt. Afianti Sulastri, S.Si., M.Pd.

dr. Syandrez Prima Putra, M.Sc.

Inelvi Yulia, S.Si., M.Si.

dr. Eva Triani, M.Ked.Trop.

Dr. Asnia Zainuddin, M.Kes.

Utami Ariyasra, M.Biomed.

Venny Patricia, S.Pd, M.Kes.

dr. Ulya Uti Fasrini, M.Biomed.

Tata Letak:

Ara Caraka

Desainer:

Tim Mafy

Sumber Gambar Cover:

www.freepik.com

Ukuran: **vi, 178 hlm., 15,5 cm x 23 cm**

ISBN: **978-623-8758-01-2**

Cetakan Pertama: **Agustus 2024**

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PT MAFY MEDIA LITERASI INDONESIA

ANGGOTA IKAPI 041/SBA/2023

Kota Solok, Sumatera Barat, Kode Pos 27312

Kontak: 081374311814

Website: www.penerbitmafy.com

E-mail: penerbitmafy@gmail.com

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku referensi "IMUNOLOGI, MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI: PENDEKATAN TERINTEGRASI" dapat terselesaikan dengan baik.

Buku ini hadir sebagai jawaban atas kebutuhan akan sumber referensi yang komprehensif dan terintegrasi dalam bidang imunologi, mikrobiologi, dan parasitologi. Ketiga bidang ilmu ini memiliki keterkaitan yang erat dalam memahami mekanisme pertahanan tubuh, patogen penyebab penyakit, serta interaksi antara keduanya.

Melalui pendekatan terintegrasi, buku ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang holistik kepada para pembaca, baik mahasiswa kedokteran, praktisi kesehatan, maupun peneliti di bidang terkait. Kami berharap buku ini dapat menjadi sumber pengetahuan yang bermanfaat dan mudah dipahami.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi penyempurnaan buku ini di masa mendatang.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
Bab 01 IMUNITAS BAWAAN: GARIS PERTAHANAN PERTAMA .	1
Pendahuluan	1
Mekanisme Imunitas Bawaan.....	2
Respon Imun Bawaan terhadap Patogen.....	9
Kelainan pada Imunitas Bawaan.....	11
Kesimpulan.....	13
Daftar Pustaka	14
Biodata Penulis:.....	15
BAB 02 IMUNITAS ADAPTIF : RESPON SPESIFIK TERHADAP	
PATOGEN	17
Pengertian.....	17
Komponen respon imun spesifik	20
Daftar Pustaka	27
Biodata Penulis.....	29
BAB 03 MIKROBIOMA DAN PERANNYA DALAM IMUNITAS ..	31
Pendahuluan	31
Komponen Mikroba dalam Mikrobioma.....	32
Mekanisme Kerja Mikrobioma dalam Imunitas	34
Mikrobioma dan Penyakit Immunologis.....	37
Faktor yang Mempengaruhi Mikrobioma	39
Terapi dan Intervensi.....	42
Daftar Pustaka	46
Biodata Penulis.....	55

BAB 04 PATOGENESIS INFEKSI BAKTERI DAN RESPONS	
IMUN	57
Pendahuluan	57
Bakteri yang Menyebabkan Penyakit	58
Transmisi Infeksi Bakteri	59
Proses Infeksi	60
Patogenitas dan Virulensi.....	62
Genetika Virulensi: Pulau Patogenisitas	63
Faktor Virulensi.....	64
Respon Imun terhadap Infeksi Bakteri	68
Daftar Pustaka	75
Biodata Penulis.....	76
 BAB 05 VIROLOGI DAN IMUNOMODULASI VIRUS.....	77
Defenisi Dan Sejarah Virologi.....	77
Struktur Virus	78
Siklus Replikasi Virus.....	79
Cara Penyebaran Virus	80
Dasar-Dasar Diagnosis Penyakit Virus.....	81
Imunomodulasi Virus	84
Daftar Pustaka	87
Biografi Penulis.....	89
 BAB 06 PARASITOLOGI MEDIS : DARI PROTOZOA HINGGA	
HELMINTH.....	91
Pendahuluan	91
Sejarah Perkembangan Parasitologi Medis	92
Klasifikasi Parasit	94
Daftar Pustaka	108
Biodata Penulis.....	109
 BAB 07 MEKANISME PENGHINDARAN IMUN OLEH MIKROBA	
DAN PARASIT	111
Pendahuluan	111
Mekanisme Penghindaran Imun Oleh Bakteri	112
Mekanisme Penghindaran Imun oleh Virus	116

Mekanisme Penghindaran Imun oleh Jamur	119
Mekanisme Penghindaran Imun Oleh Parasit	122
Daftar Pustaka	127
Biodata Penulis	129
BAB 08 ALERGI DAN HIPERSENSITIVITAS: PERAN MIKROBA DAN PARASIT	131
Peran Mikroba Terhadap Alergi dan Hipersensitivitas.....	131
Peran Parasit Terhadap Alergi dan Hipersensitivitas.....	140
Daftar Pustaka	145
Biodata Penulis	148
BAB 09 TEKNIK MOLEKULER DALAM DIAGNOSIS DAN PENELITIAN INTEGRATIF	149
Pendahuluan	149
Sejarah Teknik Molekuler.....	149
Peran Teknik Molekuler dalam Biologi dan Kedokteran: Dampak dan Manfaat dalam Konteks Penelitian dan Aplikasi Klinis	151
Daftar Pustaka	163
Biodata Penulis :.....	166
BAB 10 TERAPI IMUNOMODULATOR DAN ANTIMIKROBA. 167	
Pendahuluan	167
Tipe dan Jenis Imunomodulator	168
Tipe dan Jenis Antimikroba	170
Mekanisme Kerja.....	171
Zat Gizi dan Kandungan Bioaktif sebagai Imunomodulator.....	174
Kesimpulan.....	176
Daftar Pustaka	177
Biodata Penulis:.....	178



Bab 01 Imunitas Bawaan: Garis Pertahanan Pertama

Annita

E-mail: annitat67@gmail.com

Pendahuluan

Sistem imun merupakan pertahanan tubuh yang kompleks dan dinamis, berperan krusial dalam menjaga homeostasis tubuh dengan melawan berbagai macam patogen. Sistem imun ini terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu imunitas bawaan (innate) dan imunitas adaptif (acquired). Imunitas bawaan merupakan garis pertahanan pertama tubuh yang telah ada sejak lahir dan bersifat nonspesifik, artinya ia merespon berbagai macam patogen tanpa perlu adanya paparan sebelumnya (Muhammad Ilyas *et al.*, 2023).

Imunitas bawaan terdiri dari berbagai komponen, mulai dari penghalang fisik seperti kulit dan membran mukosa, hingga sel-sel imun seperti fagosit, sel natural killer (NK), dan sel mast. Komponen-

komponen ini bekerja secara sinergis untuk mengenali dan menghancurkan patogen yang berhasil menembus penghalang fisik. Respon imun bawaan umumnya terjadi cepat namun bersifat sementara. Selain itu, imunitas bawaan juga berperan penting dalam mengaktifkan imunitas adaptif, sehingga kedua sistem imun ini bekerja sama secara harmonis dalam memberikan perlindungan tubuh (Faizal Agus, 2022).

Dalam beberapa dekade terakhir, pemahaman kita tentang imunitas bawaan telah mengalami kemajuan yang signifikan. Berbagai penelitian telah mengungkap peran penting imunitas bawaan dalam berbagai penyakit, mulai dari infeksi akut hingga penyakit kronis seperti kanker dan penyakit autoimun. Sebagai contoh, studi menunjukkan bahwa disfungsi imunitas bawaan dapat meningkatkan risiko infeksi oportunistik pada pasien immunocompromised (Janeway *et al.*, 2015j).

Pemahaman mendalam mengenai imunitas bawaan sangat penting dalam bidang ilmu kesehatan, khususnya dalam pengembangan vaksin dan terapi baru. Vaksin generasi baru, seperti vaksin mRNA, dirancang untuk merangsang baik imunitas bawaan maupun adaptif, sehingga memberikan perlindungan yang lebih luas dan tahan lama. Selain itu, terapi imuno yang menargetkan sel-sel imun bawaan juga telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam pengobatan kanker.

Bab ini akan membahas secara detail mengenai komponen-komponen imunitas bawaan, mekanisme kerjanya, dan perannya dalam melindungi tubuh dari infeksi. Selain itu, bab ini juga akan membahas interaksi antara imunitas bawaan dan adaptif, serta peran imunitas bawaan dalam berbagai penyakit. Dengan pemahaman yang baik tentang imunitas bawaan, diharapkan pembaca dapat lebih memahami kompleksitas sistem imun tubuh manusia dan kontribusinya dalam menjaga kesehatan.

Mekanisme Imunitas Bawaan

Sistem imun bawaan merupakan garis pertahanan pertama tubuh yang telah ada sejak lahir dan bersifat nonspesifik. Mekanisme

Daftar Pustaka

- Abbas, A., Andrew, H., and Shiv, P. (2012) *Cellular And Molecular Immunobiology*. 6th Ed. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Aldi, Y. et al. (2023) *Buku Ajar Serologi imunologi*. Padang: Andalas University Press.
- Annita (2020) *Hematologi: Suatu Pengantar*. Makassar: Karsa Cendekia.
- Baratawidjaya, K.. (2012) *Imunologi Dasar Edisi Ke-10*. Jakarta: Badan Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Darwin, E., Elvira, D. and Elfi, E.F. (2021) *Imunologi dan Infeksi, andalas University Press*.
- Faisal, I.A. (2022) *Imunologi Dasar*. Cilacap: UNAIC. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7033590>.
- Faizal Agus, I. (2022) *Buku Ajar Imunologi Dasar*. Science Techno Direct.
- Indonesia, D.T.L.M. (2020) *Imunoserologi: Teknologi Laboratorium Medik*. Jakarta: EGC.
- Janeway, C. et al. (2015) *Immunobiology: The immune system in health and disease*. London: Garland Science.
- Muhammad Ilyas, apt Y. et al. (2023) *Imunologi Dasar*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Nuraningsih, N. (2020) *Imunologi: Antigen Antibodi*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Sari, D.P. (2019) *Penyakit Autoimun*. Malang: Institut Teknologi Nasional Eprints.
- Sastra, I. (2017) *Hipersensitifitas: Proses Imun yang Menyebabkan Cedera Jaringan*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Siagian, E. (2018) *Immunology*. Jakarta: Gramedia.
- Syafruddin (2019) *Imunologi Dasar: Prinsip Dasar Sistem Kekebalan Tubuh*. Bandung: Cendekia Publisher.

Biodata Penulis:



Dr. Annita, S.ST, M. Biomed., lahir di Padang, 26 Desember 1990. Menyelesaikan pendidikan tinggi; Pendidikan Diploma VI (D-IV) pada Program Studi Analisis Kesehatan di Stikes Perintis, Padang (2012); Pendidikan Magister (S-2) pada Program Studi Ilmu Biomedik di Universitas Andalas, Padang (2017); dan Pendidikan Doktor (S-3) pada Program Studi Ilmu Biomedik di Universitas Andalas, Padang (2024). Saat

ini tercatat sebagai dosen tetap pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Stikes Syedza Saintika, Padang. Penulis telah menerbitkan beberapa artikel penelitian yang diterbitkan pada jurnal nasional-internasional terindeks bereputasi dan memiliki beberapa HKI. Penulis dapat dihubungi melalui email: annitat67@gmail.com atau HP/WA 0852 6487 9953



BAB 02 Imunitas Adaptif : Respon Spesifik Terhadap Patogen

Sri Rahma Sari

E-mail : sriahmasario3@gmail.com

Pengertian

Respons imun adaptif memerlukan waktu hingga berminggu-minggu untuk terbentuk, lebih lambat dibandingkan respons imun bawaan. Namun, imunitas adaptif memiliki keunggulan karena lebih spesifik terhadap patogen tertentu dan mampu membentuk memori imunologis. Imunitas adaptif berkembang setelah paparan terhadap antigen, baik melalui patogen maupun vaksinasi. Sistem kekebalan ini diaktifkan ketika respons imun bawaan tidak cukup efektif dalam mengendalikan infeksi. Bahkan, tanpa informasi dari sistem imun bawaan, respons adaptif tidak dapat diaktifkan (Abbas *et al.*, 2014).

Tubuh manusia dilengkapi dengan sistem pertahanan terhadap zat asing dan patogen, yang disebut sistem kekebalan. Respon imun dihasilkan dari respons terkoordinasi sel dan molekul terhadap mikroorganisme dan zat lain. Sistem imun terdiri atas sistem imun bawaan atau non spesifik (*innate/native*) dan sistem imun didapat atau spesifik (adaptif) (Clark *et al.*, 2018).

Imunitas adaptif mengacu pada respons imun spesifik antigen yang secara efisien terlibat dalam membasmi patogen. Sistem imun adaptif terdiri dari limfosit B dan T yang mengekspresikan reseptor dengan keragaman luar biasa yang disesuaikan untuk mengenali aspek patogen atau antigen tertentu. Selama infeksi, sel dendritik yang bertindak sebagai penjaga di jaringan perifer mengenali dan mengambil patogen dalam bentuk determinan antigenik dan kemudian memproses antigen tersebut dan menyajikannya ke sel T. Sel T dengan spesifitas yang sesuai ini merespons antigen, dan membunuh patogen secara langsung atau mengeluarkan sitokin yang akan merangsang respons limfosit B. Sel B memberikan kekebalan humoral dengan mengeluarkan antibodi spesifik untuk patogen atau antigen (Clark *et al.*, 2018).

Sistem imun spesifik dapat mengenali benda-benda asing. Ketika pertama kali benda asing muncul, sistem kekebalan mengenalinya dan menjadi lebih sensitif. Jika benda asing yang sama muncul lagi, sistem imun akan mengenalinya lebih cepat dan segera menghancurkannya. Meskipun respons sistem imun spesifik lebih lambat karena perlu mengenali antigen terlebih dahulu, namun memberikan perlindungan yang lebih efektif terhadap antigen yang sama di masa mendatang. (Pugliese & Gandolfi, 2008).

Respon imun spesifik, yang juga dikenal sebagai respon imun adaptif, memiliki karakteristik sebagai berikut (Pugliese & Gandolfi, 2008).

- Respon ini muncul setelah terjadinya infeksi, karena membutuhkan waktu untuk mengenali antigen.
- Respon imun spesifik bersifat spesifik terhadap antigen tertentu.
- Respon imun spesifik memiliki mekanisme memori, di mana komponen-komponennya dapat membentuk sel-sel memori yang

Komponen respon imun spesifik.

▪ Respon imun seluler (sel limfosit T)

Respon imun seluler adalah bagian penting dari sistem imun yang melibatkan sel-sel limfosit T. Respons imun seluler melibatkan sel limfosit T dan berfokus pada pengenalan serta penghancuran sel-sel yang terinfeksi patogen, terutama virus, serta sel-sel kanker. Selama respon ini, sel T, yang meliputi sel T sitotoksik ($CD8^+$) dan sel T helper ($CD4^+$), berinteraksi langsung dengan sel-sel target (Rich & Chaplin, 2019).

○ Mekanisme cara kerja respons imun seluler oleh sel limfosit T melibatkan beberapa tahapan

- Pengenalan Antigen

Presentasi Antigen: Antigen dari patogen yang terinfeksi atau sel kanker dipecah dan dipresentasikan di permukaan sel penyaji antigen (seperti sel dendritik, makrofag, atau sel B) menggunakan molekul MHC (*Major Histocompatibility Complex*). **Pengikatan Reseptor T** adalah Sel T memiliki reseptor yang spesifik untuk antigen, yaitu TCR (*T-cell Receptor*). TCR pada sel T berikatan dengan kompleks antigen MHC di permukaan sel penyaji antigen

- Aktivasi Sel T

Sinyal Primer: Pengikatan TCR dengan antigen-MHC adalah sinyal primer yang diperlukan untuk aktivasi. Sel T juga memerlukan sinyal tambahan, biasanya berupa interaksi dengan molekul costimulatory pada sel penyaji antigen.

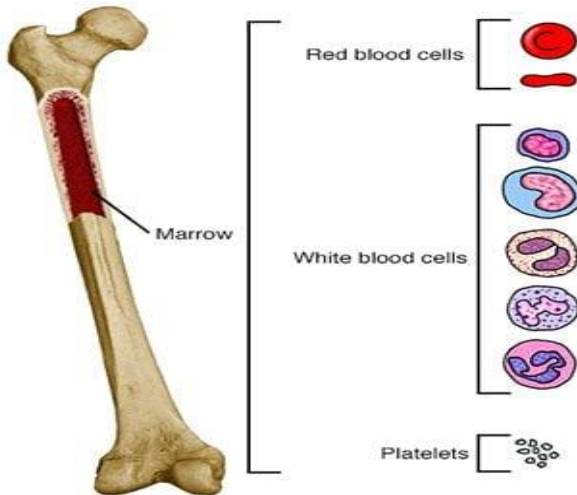
Sinyal Sekunder: Sinyal tambahan dari sel penyaji antigen, seperti sitokin, juga diperlukan untuk aktivasi penuh sel T.

- Proliferasi dan Diferensiasi

Setelah diaktifkan, sel T akan berkembang biak dan membelah diri. Sel T yang teraktivasi akan berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel efektor. Sel T helper ($CD4^+$) akan membantu sel B dan sel T sitotoksik, sedangkan sel T sitotoksik ($CD8^+$) akan menjadi sel-sel yang secara langsung menyerang sel-sel target

- **Penghancuran Sel Target**

Perbedaan dari sel limfosit T helper dan sel limfosit T sitotoksik (Abbas et al., 2014):



Gambar 2. Sumsum tulang menjadi sumber sel punca (stem cell) (Vidya Hartiansyah, 2023)

o **Sel limfosit T *helper* (sel T CD₄⁺)**

Sel T CD₄⁺ berperan sebagai "pengatur" dalam respons imun spesifik terhadap patogen (Saraswati, 2017). Sel limfosit T helper, adalah sel penting dalam sistem kekebalan adaptif yang berperan dalam koordinasi respon imun. Setelah diaktifkan oleh antigen yang disajikan oleh sel-sel lain, seperti sel dendritik, sel T helper membantu mengatur fungsi sel-sel imun lainnya, termasuk sel B dan sel T sitotoksik. Sel T helper melepaskan berbagai sitokin, yang merupakan molekul sinyal yang membantu mengarahkan dan meningkatkan aktivitas sel-sel imun lainnya dengan demikian, sel T CD₄⁺ sangat penting dalam memperkuat respons imun terhadap infeksi dan dalam membentuk memori imunologis. (Pagaya & Que, 2017).

Biodata Penulis



Sri Rahma Sari, M.Biomed lahir di Painan, pada 05 April 1991. Tercatat sebagai lulusan Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Adalas. Saat ini masih aktif diberbagai riset Biomedik dan Kedokteran serta berkolaborasi dengan Profesor dan Dosen pengampuh di bidangnya. Riset yang pernah diikuti *project* riset status nutrisi dan faktor genetikpenyakit sidroma metabolik pada wanita usia subur suku Minangkabau, *project* riset panga fungsional dadih (pemanfaatan panga lokal) terhadap pencegahan stunting dari awal kehamilan perempuan di Sumatera Barat, *project* riset Kementerian Kesehatan sebagai enumerator Survei Kesehatan Indonesia (SKI), Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS 2023) dan Survei Status Gizi Indonesia (SSGI 2023).



BAB 03 Mikrobioma Dan Perannya Dalam Imunitas

Afianti Sulastris

E-mail: afiantisulastris@upi.edu

Pendahuluan

Mikrobioma adalah ekosistem kompleks yang secara signifikan mempengaruhi kesehatan manusia. Mikrobioma merujuk pada kumpulan mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, jamur, dan archaea, yang tinggal di dalam dan di atas tubuh manusia. Komposisi dan keberagaman mikrobioma sangat penting untuk kesejahteraan secara keseluruhan, di mana mikrobioma yang sehat ditandai oleh kombinasi gen mikroba tertentu, jalur metabolik, dan mekanisme regulasi yang mendukung ekologi yang stabil terkait dengan inang (Bäckhed *et al.*, 2012).

Stabilitas mikrobioma usus sangat penting dalam mengurangi risiko disbiosis, yaitu ketidakseimbangan dalam

komunitas mikroba yang terkait dengan berbagai penyakit (Feye et al., 2020). Selain itu, mikrobioma semakin diakui perannya dalam memberikan ketahanan kolonisasi terhadap patogen, sehingga berkontribusi pada mekanisme pertahanan inang (Litvak and Bäumlner, 2019).

Penentuan mikrobioma yang sehat tetap menjadi tantangan, karena komposisi dan karakteristik fungsional dari mikrobioma ideal masih sedang dijelaskan (Lloyd-Price, Abu-Ali and Huttenhower, 2016). Mikrobioma yang sehat adalah yang mendukung fungsi mikroba penting, proses metabolik yang spesifik untuk interaksi manusia-mikroorganisme, dan kesejahteraan inang secara keseluruhan (Comess, 2023). Mikrobioma tidak hanya vital untuk kesehatan manusia, tetapi juga meluas ke organisme lain, seperti tanaman, di mana ia mempengaruhi kinerja dan kesehatan tanaman (Berg *et al.*, 2014).

Pemahaman terhadap komposisi, keberagaman, dan fungsi mikrobioma menjadi sangat penting untuk menjaga kesejahteraan secara keseluruhan dan mencegah penyakit. Untuk mendefinisikan dengan tepat apa yang dimaksud dengan mikrobioma yang sehat dan untuk mengeksplorasi potensi terapi berbasis mikrobioma dalam mempromosikan kesehatan dan mengobati berbagai kondisi masih dibutuhkan penelitian lebih lanjut.

Bab ini bertujuan untuk mendalami konsep mikrobioma, yaitu kumpulan mikroorganisme di dalam dan di atas tubuh manusia, serta peranannya yang penting dalam menjaga kesehatan. Fokus utama adalah bagaimana mikrobioma berkontribusi terhadap sistem imun dan melawan patogen. Selain itu, akan dibahas juga tentang dampak mikrobioma terhadap kesehatan, termasuk hubungannya dengan penyakit autoimun dan infeksi, serta mencari solusi melalui intervensi berbasis mikrobioma.

Komponen Mikroba dalam Mikrobioma

Mikrobioma terdiri dari berbagai mikroorganisme yang memainkan peran penting dalam berbagai ekosistem, termasuk tubuh manusia. Mikroorganisme ini mencakup bakteri, virus, jamur,

Daftar Pustaka

- Allali, I. *et al.* (2021) 'Gut-Lung Axis in COVID-19', *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2021, pp. 1–6. doi:10.1155/2021/6655380.
- Aluai-Cunha, C. *et al.* (2023) 'The Animal's Microbiome and Cancer: A Translational Perspective', *Veterinary and Comparative Oncology*, 21(2), pp. 166–183. doi:10.1111/vco.12892.
- Bäckhed, F. *et al.* (2012) 'Defining a Healthy Human Gut Microbiome: Current Concepts, Future Directions, and Clinical Applications', *Cell Host & Microbe*, 12(5), pp. 611–622. doi:10.1016/j.chom.2012.10.012.
- Barrett, H.L. *et al.* (2018) 'A Vegetarian Diet Is a Major Determinant of Gut Microbiota Composition in Early Pregnancy', *Nutrients*, 10(7), p. 890. doi:10.3390/nu10070890.
- Becattini, S., Taur, Y. and Pamer, E.G. (2016) 'Antibiotic-Induced Changes in the Intestinal Microbiota and Disease', *Trends in Molecular Medicine*, 22(6), pp. 458–478. doi:10.1016/j.molmed.2016.04.003.
- Belizário, J.E., Faintuch, J. and Garay-Malpartida, H.M. (2018) 'Gut Microbiome Dysbiosis and Immunometabolism: New Frontiers for Treatment of Metabolic Diseases', *Mediators of Inflammation*, 2018, pp. 1–12. doi:10.1155/2018/2037838.
- Berg, G. *et al.* (2014) 'The Plant Microbiome and Its Importance for Plant and Human Health', *Frontiers in Microbiology*, 5. doi:10.3389/fmicb.2014.00491.
- Berggren, H. (2023) 'Effects of Environmental Translocation and Host Characteristics on Skin Microbiomes of Sun-Basking Fish', *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, 290(2013). doi:10.1098/rspb.2023.1608.
- Bicknell, B. *et al.* (2023) 'Neurodegenerative and Neurodevelopmental Diseases and the Gut-Brain Axis: The Potential of Therapeutic Targeting of the Microbiome', *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), p. 9577. doi:10.3390/ijms24119577.

- Blackmer-Raynolds, L. and Sampson, T.R. (2023) 'Overview of the Gut Microbiome', *Seminars in Neurology*, 43(04), pp. 518–529. doi:10.1055/s-0043-1771463.
- Boerner, B.P. and Sarvetnick, N. (2011) 'Type 1 Diabetes: Role of Intestinal Microbiome in Humans and Mice', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1243(1), pp. 103–118. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06340.x.
- Bunyavanich, S. *et al.* (2016) 'Early-Life Gut Microbiome Composition and Milk Allergy Resolution', *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 138(4), pp. 1122–1130. doi:10.1016/j.jaci.2016.03.041.
- Cao, X., Hamilton, J.J. and Venturelli, O.S. (2018) 'Understanding and Engineering Distributed Biochemical Pathways in Microbial Communities', *Biochemistry*, 58(2), pp. 94–107. doi:10.1021/acs.biochem.8b01006.
- Chac, D. and DePaolo, R.W. (2015) 'The Dynamic Microbial Landscape of the Intestine and the Impact on Probiotic Therapy', *Journal of Probiotics & Health*, 04(01). doi:10.4172/2329-8901.1000137.
- Chase, C. (2020) 'What Is All the Fuss Over the Microbiome and Immunity?', p. 2020. doi:10.21423/aabppr020208060.
- Comess, J.E. (2023) 'Introduction to the Gut Microbiome and Its Impact on Health and Disease', *Topics in Clinical Nutrition*, 38(3), pp. 183–195. doi:10.1097/tin.000000000000324.
- David, L.A. *et al.* (2013) 'Diet Rapidly and Reproducibly Alters the Human Gut Microbiome', *Nature*, 505(7484), pp. 559–563. doi:10.1038/nature12820.
- DeFilipp, Z. *et al.* (2019) 'Fecal Microbiota Transplantation: Restoring the Injured Microbiome After Allogeneic Hematopoietic Cell Transplantation', *Biology of Blood and Marrow Transplantation*, 25(1), pp. e17–e22. doi:10.1016/j.bbmt.2018.10.022.

- DeVore, S.B. *et al.* (2020) 'On the Surface', *Annals of Allergy Asthma & Immunology*, 125(6), pp. 628–638. doi:10.1016/j.anai.2020.08.025.
- Dyke, T.E. V and Sima, C. (2019) 'Understanding Resolution of Inflammation in Periodontal Diseases: Is Chronic Inflammatory Periodontitis a Failure to Resolve?', *Periodontology 2000*, 82(1), pp. 205–213. doi:10.1111/prd.12317.
- El-Den, B.S. (2024) 'Exploring the Impact of High-Fat Diet on Gut Microbiota Composition in Healthy Individuals: A Comprehensive Analysis', *Catrina the International Journal of Environmental Sciences*, 29(1), pp. 93–99. doi:10.21608/cat.2024.256168.1236.
- Estrada, J.A. and Contreras, I. (2019) 'Nutritional Modulation of Immune and Central Nervous System Homeostasis: The Role of Diet in Development of Neuroinflammation and Neurological Disease', *Nutrients*, 11(5), p. 1076. doi:10.3390/nu11051076.
- Ghimire, O.P. (2024) 'Fostering Microbial Activity and Diversity in Agricultural Systems', *Csa News*, 69(6), pp. 43–47. doi:10.1002/csan.21313.
- Gogarten, J.F. *et al.* (2018) 'Factors Influencing Bacterial Microbiome Composition in a Wild Non-Human Primate Community in Taï National Park, Côte D'Ivoire', *The Isme Journal*, 12(10), pp. 2559–2574. doi:10.1038/s41396-018-0166-1.
- Goodrich, J.K. *et al.* (2017) 'The Relationship Between the Human Genome and Microbiome Comes Into View', *Annual Review of Genetics*, 51(1), pp. 413–433. doi:10.1146/annurev-genet-110711-155532.
- Gupta, V.K., Paul, S. and Dutta, C. (2017) 'Geography, Ethnicity or Subsistence-Specific Variations in Human Microbiome Composition and Diversity', *Frontiers in Microbiology*, 8. doi:10.3389/fmicb.2017.01162.

- Harper, A. *et al.* (2021) 'Viral Infections, the Microbiome, and Probiotics', *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10. doi:10.3389/fcimb.2020.596166.
- Huang, H. *et al.* (2022) 'First Application of Fecal Microbiota Transplantation in Adult Asperger Syndrome With Digestive Symptoms—A Case Report', *Frontiers in Psychiatry*, 13. doi:10.3389/fpsy.2022.695481.
- Hurst, J.H., Heston, S.M. and Kelly, M.S. (2023) 'Host Microbiome-Pathogen Interactions in Pediatric Infections', *Current Opinion in Infectious Diseases*, 36(5), pp. 399–404. doi:10.1097/qco.0000000000000949.
- Jimenez, N. (2024) 'Vaginal and Rectal Microbiome Contribute to Genital Inflammation in Chronic Pelvic Pain', *BMC Medicine*, 22(1). doi:10.1186/s12916-024-03500-1.
- John, G.K. *et al.* (2018) 'Dietary Alteration of the Gut Microbiome and Its Impact on Weight and Fat Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis', *Genes*, 9(3), p. 167. doi:10.3390/genes9030167.
- Júnior, D.C. de S. (2024) 'The Role of the Microbiome in Antibiotic Resistance and Infection Control', *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 11(2), pp. 8–12. doi:10.22161/ijaers.112.2.
- Kelliher, J.M. (2023) 'The Endohyphal Microbiome: Current Progress and Challenges for Scaling Down Integrative Multi-Omic Microbiome Research', *Microbiome*, 11(1). doi:10.1186/s40168-023-01634-7.
- Laing, B. *et al.* (2018) 'An Update on the Role of Gut Microbiota in Chronic Inflammatory Diseases, and Potential Therapeutic Targets', *Expert Review of Gastroenterology & Hepatology*, 12(10), pp. 969–983. doi:10.1080/174474124.2018.1505497.
- Lee, S.Y., Lee, E. and Park, Y.M. (2018) 'Microbiome in the Gut-Skin Axis in Atopic Dermatitis', *Allergy Asthma and Immunology Research*, 10(4), p. 354. doi:10.4168/aaair.2018.10.4.354.
- Lesperance, D.N.A. and Broderick, N.A. (2020) 'Gut Bacteria Mediate Nutrient Availability In *Drosophila* Diets', *Applied and*

- Environmental Microbiology*, 87(1). doi:10.1128/aem.01401-20.
- Li, M. (2024) 'Microbiome and Lipidomic Analysis Reveal the Interplay Between Skin Bacteria and Lipids in a Cohort Study', *Frontiers in Microbiology*, 15. doi:10.3389/fmicb.2024.1383656.
- Litvak, Y. and Bäumlner, A.J. (2019) 'Microbiota-Nourishing Immunity: A Guide to Understanding Our Microbial Self', *Immunity*, 51(2), pp. 214–224. doi:10.1016/j.immuni.2019.08.003.
- Lloyd-Price, J., Abu-Ali, G. and Huttenhower, C. (2016) 'The Healthy Human Microbiome', *Genome Medicine*, 8(1). doi:10.1186/s13073-016-0307-y.
- Lodge, C.J. and Dharmage, S.C. (2016) 'Breastfeeding and Perinatal Exposure, and the Risk of Asthma and Allergies', *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 16(3), pp. 231–236. doi:10.1097/aci.0000000000000266.
- Lof, M., Janus, M.M. and Krom, B.P. (2017) 'Metabolic Interactions Between Bacteria and Fungi in Commensal Oral Biofilms', *Journal of Fungi*, 3(3), p. 40. doi:10.3390/jof3030040.
- Montecchiani, V. and Fanos, V. (2020) 'Human Microbiome and Allergy', *Pediatric Allergy and Immunology*, 31(S26), pp. 5–7. doi:10.1111/pai.13360.
- Morse, Z.J. and Horwitz, M.S. (2021) 'Virus Infection Is an Instigator of Intestinal Dysbiosis Leading to Type 1 Diabetes', *Frontiers in Immunology*, 12. doi:10.3389/fimmu.2021.751337.
- Nakajima, A. *et al.* (2017) 'Maternal High Fiber Diet During Pregnancy and Lactation Influences Regulatory T Cell Differentiation in Offspring in Mice', *The Journal of Immunology*, 199(10), pp. 3516–3524. doi:10.4049/jimmunol.1700248.
- Nasir, O. (2023) 'Microbiome-Host Interactions: The Role of Gut Bacteria in Neurological Disorders', *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(10), pp. 1012–1025. doi:10.55248/gengpi.4.1023.102705.
- Nikolich-Žugich, J. *et al.* (2017) 'Known Unknowns: How Might the Persistent Herpesvirome Shape Immunity and Aging?', *Current Opinion in Immunology*, 48, pp. 23–30.

doi:10.1016/j.coi.2017.07.011.

- Peng, C. *et al.* (2020) 'Sex-Specific Association Between the Gut Microbiome and High-Fat Diet-Induced Metabolic Disorders in Mice', *Biology of Sex Differences*, 11(1). doi:10.1186/s13293-020-0281-3.
- Pessemier, B.D. *et al.* (2021) 'Gut–Skin Axis: Current Knowledge of the Interrelationship Between Microbial Dysbiosis and Skin Conditions', *Microorganisms*, 9(2), p. 353. doi:10.3390/microorganisms9020353.
- Pierce, E.C. *et al.* (2020) 'Bacterial–fungal Interactions Revealed by Genome-Wide Analysis of Bacterial Mutant Fitness', *Nature Microbiology*, 6(1), pp. 87–102. doi:10.1038/s41564-020-00800-z.
- Prince, B. *et al.* (2015) 'Gut Microbiome and the Development of Food Allergy and Allergic Disease', *Pediatric Clinics of North America*, 62(6), pp. 1479–1492. doi:10.1016/j.pcl.2015.07.007.
- Pro, S.C. *et al.* (2018) 'Microbiota Epitope Similarity Either Dampens or Enhances the Immunogenicity of Disease-Associated Antigenic Epitopes', *Plos One*, 13(5), p. e0196551. doi:10.1371/journal.pone.0196551.
- Proal, A.D., Albert, P. and Marshall, T.G. (2013) 'The Human Microbiome and Autoimmunity', *Current Opinion in Rheumatology*, 25(2), pp. 234–240. doi:10.1097/bor.obo13e32835cedbf.
- Ranganathan, N. and Anteyi, E. (2022) 'The Role of Dietary Fiber and Gut Microbiome Modulation in Progression of Chronic Kidney Disease', *Toxins*, 14(3), p. 183. doi:10.3390/toxins14030183.
- Ren, B. *et al.* (2021) 'Two new triterpenoid saponins from *Centella asiatica*', *Phytochemistry Letters*, 44, pp. 102–105. doi:https://doi.org/10.1016/j.phytol.2021.06.012.
- Ren, Y. *et al.* (2023) 'Lifestyle patterns influence the composition of the gut microbiome in a healthy Chinese population', pp. 1–16. doi:10.1038/s41598-023-41532-4.

- Root-Bernstein, R. (2016) 'Autoimmunity and the Microbiome: T-cell Receptor Mimicry of "Self" and Microbial Antigens Mediates Self Tolerance in Holobionts', *Bioessays*, 38(11), pp. 1068–1083. doi:10.1002/bies.201600083.
- Schmid, D.W. *et al.* (2022) 'A Framework for Testing the Impact of Co-Infections on Host Gut Microbiomes', *Animal Microbiome*, 4(1). doi:10.1186/s42523-022-00198-5.
- Seel, W. *et al.* (2023) 'Role of Dietary Fiber and Energy Intake on Gut Microbiome in Vegans, Vegetarians, and Flexitarians in Comparison to Omnivores—Insights From the Nutritional Evaluation (NuEva) Study', *Nutrients*, 15(8), p. 1914. doi:10.3390/nu15081914.
- Seredyński, T. (2024) 'Unraveling the Influence of Lifestyle Choices on Microbiota Diversity – A Comprehensive Review', *Journal of Education Health and Sport*, 66, p. 50074. doi:10.12775/jehs.2024.66.012.
- Shahab, M. and Shahab, N. (2022) 'Coevolution of the Human Host and Gut Microbiome: Metagenomics of Microbiota', *Cureus* [Preprint]. doi:10.7759/cureus.26310.
- Shi, N. *et al.* (2017) 'Interaction Between the Gut Microbiome and Mucosal Immune System', *Military Medical Research*, 4(1). doi:10.1186/s40779-017-0122-9.
- Singh, R.P. *et al.* (2023) 'Intratatumoral Microbiota Changes With Tumor Stage and Influences the Immune Signature of Oral Squamous Cell Carcinoma', *Microbiology Spectrum*, 11(4). doi:10.1128/spectrum.04596-22.
- Speer, K.A. *et al.* (2020) 'Parasite Species Identity and Local Community Diversity Mediate Effects of Habitat Fragmentation on Bacterial Microbiomes.' doi:10.22541/au.159200503.35915032.
- Trapečar, M. *et al.* (2014) 'A Co-Culture Model of the Developing Small Intestine Offers New Insight in the Early Immunomodulation of Enterocytes and Macrophages by *Lactobacillus* Spp. Through STAT1 and NF- κ B P65

- Translocation', *Plos One*, 9(1), p. e86297. doi:10.1371/journal.pone.0086297.
- Venzon, M. *et al.* (2021) 'Gut Microbiome Dysbiosis During COVID-19 Is Associated With Increased Risk for Bacteremia and Microbial Translocation'. doi:10.1101/2021.07.15.452246.
- Xiong, W. *et al.* (2020) 'Rhizosphere Protists Are Key Determinants of Plant Health', *Microbiome*, 8(1). doi:10.1186/s40168-020-00799-9.
- Yamamoto, E. and Jørgensen, T.N. (2020) 'Relationships Between Vitamin D, Gut Microbiome, and Systemic Autoimmunity', *Frontiers in Immunology*, 10. doi:10.3389/fimmu.2019.03141.
- Yao, S. *et al.* (2023) 'Exploring the Plasticity of Diet on Gut Microbiota and Its Correlation With Gut Health', *Nutrients*, 15(15), p. 3460. doi:10.3390/nu15153460.
- Yavuz, B.G. (2023) 'The Gut Microbiome as a Biomarker and Therapeutic Target in Hepatocellular Carcinoma', *Cancers*, 15(19), p. 4875. doi:10.3390/cancers15194875.
- Younge, N. (2024) 'Influence of Infant Microbiome on Health and Development', *Clinical and Experimental Pediatrics*, 67(5), pp. 224–231. doi:10.3345/cep.2023.00598.
- Zackular, J.P. *et al.* (2013) 'The Gut Microbiome Modulates Colon Tumorigenesis', *Mbio*, 4(6). doi:10.1128/mbio.00692-13.
- Zeiser, R. *et al.* (2022) 'GVHD, IBD, and Primary Immunodeficiencies: The Gut as a Target of Immunopathology Resulting From Impaired Immunity', *European Journal of Immunology*, 52(9), pp. 1406–1418. doi:10.1002/eji.202149530.
- Zhang, Y. *et al.* (2020) 'Early and Short-Term Interventions in the Gut Microbiota Affects Lupus Severity, Progression, and Treatment in MRL/lpr Mice', *Frontiers in Microbiology*, 11. doi:10.3389/fmicb.2020.00628.
- Zhang, Y. (2023) 'Gut Dysbiosis Associates With Cytokine Production Capacity in Viral-Suppressed People Living With HIV', *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13. doi:10.3389/fcimb.2023.1202035.

- Zhang, Y. (2024) 'The Impact of Antibiotic Exposure on Antibiotic Resistance Gene Dynamics in the Gut Microbiota of Inflammatory Bowel Disease Patients', *Frontiers in Microbiology*, 15. doi:10.3389/fmicb.2024.1382332.
- Zheng, D., Liwinski, T. and Elinav, E. (2020) 'Interaction Between Microbiota and Immunity in Health and Disease', *Cell Research*, 30(6), pp. 492–506. doi:10.1038/s41422-020-0332-7.
- Zinkernagel, M.S. *et al.* (2017) 'Association of the Intestinal Microbiome With the Development of Neovascular Age-Related Macular Degeneration', *Scientific Reports*, 7(1). doi:10.1038/srep40826.
- Zitvogel, L. *et al.* (2016) 'Microbiome and Anticancer Immunosurveillance', *Cell*, 165(2), pp. 276–287. doi:10.1016/j.cell.2016.03.001.

Biodata Penulis



Dr. apt. Afianti Sulastri, S.Si., M.Pd lahir di Bandung, pada 28 Juli 1980. Ia tercatat sebagai lulusan Doktor dari Institut Teknologi Bandung. Saat ini, penulis bekerja sebagai staf pengajar di Prodi Keperawatan Universitas Pendidikan Indonesia, mengampu mata kuliah Metodologi Penelitian, Biostatistika, Ilmu Biomedik, dan Farmakologi Keperawatan. Selain mengajar, penulis juga aktif menulis artikel ilmiah baik di jurnal nasional maupun internasional. Kegiatan rutin lainnya, penulis juga merupakan penanggung jawab kefarmasian di Klinik Pratama Universitas Pendidikan Indonesia.



BAB 04 Patogenesis Infeksi Bakteri Dan Respons Imun

Syandrez Prima Putra

[E-mail: syandrez@med.unand.ac.id](mailto:syandrez@med.unand.ac.id)

Pendahuluan

Bakteri adalah organisme prokariotik yang di dalam tubuh manusia dapat menjadi kolonis (biota normal), transien (pengunjung sementara), atau patogen (perusak). Infeksi terjadi jika bakteri berhasil menembus pertahanan tubuh, masuk ke jaringan, dan berkembang biak. Penyakit akan timbul jika infeksi menyebabkan kerusakan jaringan dan organ. Patogenesis infeksi bakteri mencakup mekanisme dari inisiasi infeksi hingga timbulnya penyakit. Proses ini melibatkan faktor biokimia, struktural, dan genetik bakteri, terutama untuk bertahan, menyebar, dan merusak jaringan inang. Respon imun inang juga penting dalam mengenali dan melawan bakteri patogen. Memahami mekanisme ini penting

Biodata Penulis



dr. Syandrez Prima Putra, M.Sc. lahir di Payakumbuh, pada 6 Juni 1992. Ia menyelesaikan pendidikan profesi dokter di Universitas Andalas (2015) dan *Master of Science* (M.Sc) bidang Ilmu Kedokteran Tropis di Universitas Gadjah Mada (2021). Pria yang kerap disapa Aan ini adalah anak dari pasangan Syafruddin (ayah) dan Zar'aini Nazar (ibu). Saat ini ia aktif sebagai staf pengajar dan peneliti di Departemen Mikrobiologi dan Pusat Diagnostik dan Riset Penyakit Infeksi, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.



BAB 05 Virologi Dan Imunomodulasi Virus

Inelvi Yulia

E-mail: yuliainelvi@gmail.com

Defenisi Dan Sejarah Virologi

Virologi merupakan bagian dari ilmu mikrobiologi yang mempelajari tentang mikroorganisme khususnya virus. mikroorganisme dapat meliputi bakteri, jamur, protozoa, dan virus. Virus merupakan mikroorganisme non seluler patogen yang bersifat parasit obligat. Virus mampu menginfeksi semua makhluk hidup diantaranya bakteri, tumbuhan, hewan bahkan manusia dan menyebabkan penyakit yang dapat menyebabkan kematian.

Sepanjang sejarah manusia, virus sebagai penyebab peyakit epidemi menjadi sangat menarik untuk dikaji lebih dalam. Sejarah perkembangan ilmu virologi dimulai pada abad ke 19, ketika para ilmuwan menemukan adanya agen infeksi yang lebih kecil daripada bakteri. Ukuran virus bahkan 1000 kali lebih kecil daripada bakteri.

Biografi Penulis



Inelvi Yulia, S.Si., M.Si, lahir di Padang, 13 Juli 1993. lulusan S1 tahun 2011 dan S2 tahun 2018 di Prodi Biologi Universitas Andalas. Dengan peminatan penelitian Mikrobiologi. Saat ini penulis merupakan Dosen di STIKES Syedza Saintika.



BAB 06 Parasitologi Medis : Dari Protozoa Hingga Helminth

Eva Triani

E-mail: evatriani.fk@unram.ac.id

Pendahuluan

Parasitologi klinis adalah cabang ilmu kedokteran yang mempelajari interaksi antara parasit dan inangnya, khususnya manusia, serta dampaknya terhadap kesehatan. Parasit yang meliputi protozoa, helminth, dan arthropoda telah menjadi masalah kesehatan global selama berabad-abad, terutama di wilayah tropis dan subtropis yang memiliki prevalensi infeksi parasit yang tinggi. Namun, seiring dengan meningkatnya mobilitas global dan perubahan iklim, distribusi parasit ini semakin meluas, menjadikan studi tentang parasitologi klinis semakin relevan di berbagai wilayah.

Dalam konteks klinis, infeksi parasit sering kali menghadirkan tantangan yang kompleks bagi tenaga medis. Gejala

yang dihasilkan dapat sangat bervariasi, mulai dari yang ringan hingga yang berpotensi mengancam nyawa. Selain itu, beberapa infeksi parasit dapat menjadi kronis dan menyebabkan komplikasi jangka panjang yang memerlukan pendekatan diagnostik dan terapeutik yang spesifik. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai siklus hidup parasit, patofisiologi infeksi, serta pendekatan diagnosis dan pengobatan yang efektif sangatlah penting di dunia.

Parasit yang mencakup protozoa, helminth, dan arthropoda, memiliki siklus hidup yang kompleks dan sering kali melibatkan lebih dari satu inang. Keberhasilan parasit dalam menginfeksi inang bergantung pada interaksi yang rumit antara parasit dan sistem imun inang, serta kemampuan parasit untuk menghindari deteksi dan respon imun inang.

Peran penting parasitologi medis tidak hanya dalam identifikasi dan pengobatan penyakit yang disebabkan oleh parasit, tetapi juga dalam pengembangan strategi pencegahan dan pengendalian. Epidemiologi parasitik, dampak sosial-ekonomi, dan tantangan global seperti resistensi obat juga menjadi fokus utama.

Dalam bab ini, kami menyusun pembahasan yang komprehensif mengenai parasit yang penting secara medis, mulai dari protozoa hingga helminth, serta peran vektor dalam penyebaran penyakit. Bab ini disusun dengan tujuan memberikan pemahaman yang mendalam tentang biologi parasit, patogenesis, diagnosis, pengobatan, serta dampaknya terhadap kesehatan masyarakat.

Sejarah Perkembangan Parasitologi Medis

Parasitologi medis, seperti banyak disiplin ilmu lainnya dalam kedokteran, memiliki sejarah panjang yang berakar pada penemuan dan pemahaman tentang penyakit yang disebabkan oleh organisme parasitik (Cox, F.E.G , 2002)

Daftar Pustaka

- Anderson, R.C. (2000) *Nematode Parasites of Vertebrates: Their Development and Transmission*. 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing.
- Cox, F.E.G (2002) *History of human parasitology*. Clinical Microbiology Reviews, 15(4), pp.595-612. Available at: <https://doi.org/10.1128/CMR.15.4.595-612.2002> [Accessed 17 August 2024].
- Crompton, D.W.T (2005) *Biology of the Acanthocephala*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dubey, J. P (2013) *Toxoplasmosis of Animals and Humans*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press.
- Garcia, L.S (2020) *Diagnostic Medical Parasitology*. 7th ed. Washington, D.C.: American Society for Microbiology Press.
- Garcia, L.S., (2016) *Diagnostic Medical Parasitology*. 6th ed. Washington, DC: ASM Press.
- Markell, E.K., Voge, M. and John, D.T (2014) *Medical Parasitology*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier.
- Petri, W. A (2022) *Amoebiasis*. In: J. M. Fauci, ed. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 21st ed. New York: McGraw Hill.
- Roberts, L.S. & Janovy, J. (2013) *Foundations of Parasitology*. 9th ed. New York: McGraw Hill.
- Stanley, S. L (2003) *Amoebiasis*: The Lancet, 361(9362), pp.1025-1034.
- Weiss, L. M. & Dubey, J. P (2009) *Toxoplasmosis: A history of clinical observations*: International Journal for Parasitology, 39(8), pp. 895-901.

Biodata Penulis



dr. Eva Triani, M.Ked.Trop, lahir di Tuban Jawa Timur, pada 30 Oktober 1982. Tercatat sebagai lulusan S1 Fakultas Kedokteran Universitas Islam Indonesia tahun 2007 dan melanjutkan study S2 dalam bidang Ilmu Kedokteran Tropis di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, dan berhasil menyelesaikan study nya pada tahun 2013 .Eva Triani memulai kariernya pada tahun 2008 sebagai dosen di Fakultas Kedokteran Universitas Mataram hingga saat ini



BAB 07 Mekanisme Penghindaran Imun Oleh Mikroba Dan Parasit

Asnia Zainuddin

E-mail: asniaz67@gmail.com

Pendahuluan

▪ Pentingnya Sistem Imun dalam Melawan Infeksi

Sistem imun adalah pertahanan tubuh melawan infeksi, melibatkan dua komponen utama: sistem imun bawaan dan sistem imun adaptif. Sistem imun bawaan memberikan perlindungan awal dengan mengenali pola umum patogen, sementara sistem imun adaptif mengenali dan mengingat patogen spesifik melalui respon yang lebih terfokus dan berjangka panjang (Janeway et al., 2020; Abbas et al., 2021)

Sistem imun mengendalikan infeksi melalui fagositosis, produksi sitokin, dan aktivasi sel T serta sel B, serta mengingat patogen untuk respon yang lebih cepat pada infeksi berikutnya.

Namun, patogen mengembangkan mekanisme untuk menghindari sistem imun, menambah tantangan dalam pengobatan infeksi. Memahami mekanisme ini penting untuk pengembangan terapi yang lebih efektif (Murphy & Weaver, 2022).

- **Tujuan dan Ruang Lingkup Pembahasan**

Bab ini bertujuan memberikan pemahaman mendalam tentang mekanisme penghindaran imun oleh patogen seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit. Fokus utama adalah mengidentifikasi strategi yang digunakan patogen untuk menghindari deteksi dan eliminasi oleh sistem imun inang, termasuk modifikasi permukaan sel dan produksi faktor penghindaran imun. Analisis mencakup bagaimana masing-masing patogen bertahan dan berkembang biak meskipun ada respon imun, serta potensi untuk pengembangan terapi dan vaksin yang lebih efektif.

- **Definisi Penghindaran Imun**

Penghindaran imun adalah serangkaian strategi yang digunakan patogen, seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit, untuk menghindari deteksi dan eliminasi oleh sistem imun inang, sehingga memungkinkan mereka bertahan dan berkembang biak meskipun ada tekanan dari sistem kekebalan tubuh (Janeway *et al.*, 2020).

Strategi ini meliputi perubahan permukaan sel patogen untuk menghindari pengenalan oleh antibodi atau sel imun produksi faktor yang menghambat aktivitas sistem kekebalan dan manipulasi respon imun inang untuk mengurangi efektivitasnya. Memahami penghindaran imun sangat penting untuk pengembangan terapi dan vaksin yang lebih efektif, karena strategi ini dapat mempengaruhi efektivitas pengobatan dan pencegahan infeksi (Ali *et al.*, 2019)

Mekanisme Penghindaran Imun Oleh Bakteri

Mekanisme penghindaran imun oleh bakteri adalah proses kompleks yang memungkinkan bakteri patogen untuk menghindari deteksi dan penghancuran oleh sistem kekebalan tubuh inangnya. Bakteri telah mengembangkan berbagai mekanisme adaptif untuk menetralkan respons imun, antara lain sebagai berikut:

- **Modifikasi Permukaan Sel**

Daftar Pustaka

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2021). *Basic immunology: Functions and disorders of the immune system* (7th ed.). Elsevier.
- Ali M, Abdallah MS, Jere SA. Bacterial strategy of invading host immune system: A review. *Clin Res Immunol.* 2019; 2(1):1-7
- Coleman, M., Armistead, B., Orvis, A., Quach, P., Brokaw, A., Gendrin, C., Sharma, K., Ogle, J., Merillat, S., Dacanay, M., Wu, T.Y., Munson, J., Baldessari, A., Vornhagen, J., Furuta, A., Nguyen, S., Kristina M. Adams Waldorf, KMA., Rajagopa, L. 2021, Hyaluronidase impairs neutrophil function and promotes group B Streptococcus invasion and preterm labor in nonhuman primates. *mBio* 12: e03115-20. <https://doi.org/10.1128/mBio.03115-20>.
- Gao, S., Jin, W., Quan Y., Li, Y., Shen, Y., Yuan S., Yi Li., Wang Y., Wang Yang., (2024). Bacterial capsules: Occurrence, mechanism, and function. *npj Biofilms and Microbiomes*; 10(21):1-15
- Hernández-Chávez, M.J., and Mora-Montes, H.M., (2017) Fungal Strategies to Evade the Host Immune Recognition. *J. Fungi*, 3(51); 1-28. doi:10.3390/jof3040051
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. J. (2020). *Immunobiology: The immune system in health and disease* (9th ed.). Garland Science.
- Lai Y, Wang M, Cheng A, Mao S, Ou X, Yang Q, Wu Y, Jia R, Liu M, Zhu D, Chen S, Zhang S, Zhao X-X, Huang J, Gao Q, Wang Y, Xu Z, Chen Z, Zhu L, Luo Q, Liu Y, Yu Y, Zhang L, Tian B, Pan L, Rehman MU and Chen X (2020) Regulation of Apoptosis by Enteroviruses. *Front. Microbiol.* 11:1145. doi: 10.3389/fmicb.2020.01145
- Murphy, K., & Weaver, C. (2022). *Janeway's immunobiology* (10th ed.). Garland Science.
- Nothelfer, K., Sansonetti, P.J., and Phalipon, A., ((2015) *Nature Reviews Microbiology*, Vol.13: 1-12

- Shepherd, FR. and McLaren, JE., (2020). T Cell Immunity to Bacterial Pathogens: Mechanisms of Immune Control and Bacterial Evasion. *Int. J. Molekuler. Sciences.*, 21, 6144; doi:10.3390/ijms21176144
- Soni J, Sinha, S. and Pandey, R. (2024) Understanding bacterial pathogenicity: a closer look at the journey of harmful microbes. *Front. Microbiol.* 15:1370818. doi: 10.3389/fmicb.2024.1370818
- Shukla R, Soni J, Kumar A and Pandey R (2024) Uncovering the diversity of pathogenic invaders: insights into protozoa, fungi, and worm infections. *Front. Microbiol.* 15:1374438. doi: 10.3389/fmicb.2024.1374438
- Upadhyay, C.; Rao, P.G.; Feyznezhad, R. Dual Role of HIV-1 Envelope Signal Peptide in Immune Evasion. *Viruses* 2022, 14, 808. <https://doi.org/10.3390/v14040808>
- Uribe-Querol.E and Rosales. C (2017). Control of Phagocytosis by Microbial Pathogens. *Front. Immunol.* 8:1368. doi: 10.3389/fimmu.2017.01368
- Zhuang L, Yang L, Li L, Ye Z, Gong W. Mycobacterium tuberculosis: immune response, biomarkers, and therapeutic intervention. *MedComm.* 2024;5:e419. <https://doi.org/10.1002/mco2.419>

Biodata Penulis



Dr. Asnia Zainuddin, M. Kes . Lahir di Bau-Bau, Kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara pada Tanggal 1 juni 1967. Lulus S₁ Tahun 1992 di Universitas Hasanuddin Makassar, Lulus S₂ Tahun 2007 di Universitas Airlangga di Surabaya, Lulus S₃ Tahun 2014 di Universitas Airlangga di Surabaya. Pernah bekerja sebagai Dosen Luar Biasa Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Ambon. Tahun 2002 – 2016 sebagai Dosen Tetap Fakultas MIPA Universitas Pattimura Ambon. Tahun 2016 – sekarang bekerja sebagai Dosen Tetap Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo Kendari. Sebagai dosen telah banyak melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat, pembimbingan mahasiswa S₁ FKM dan FMIPA UHO, mahasiswa S₂ Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo



BAB 08 Alergi Dan Hipersensitivitas: Peran Mikroba Dan Parasit

Utami Ariyasra

E-mail: tamiariyasra13@gmail.com

Peran Mikroba Terhadap Alergi dan Hipersensitivitas

Bakteri, virus, dan mikroorganisme tak hanya merugikan manusia, tetapi juga memiliki banyak manfaat. Tanpa bakteri tertentu, tubuh manusia tidak akan mampu menyerap bahan makanan yang diperlukan. Mikroba juga memainkan peran penting dalam memodulasi sistem imun dan dapat mempengaruhi risiko alergi dan hipersensitivitas.

Jumlah mikroba dalam tubuh manusia sangat besar. Jumlah yang besar ini memiliki dampak signifikan pada tubuh manusia sejak hari pertama dilahirkan. Mikroorganisme pertama yang masuk ke tubuh bayi yang lahir melalui persalinan normal berasal dari ibunya. Bayi dalam kandungan bersifat steril, tanpa bakteri di ususnya (Sudarmono, 2016).

Namun, saat kelahiran, beberapa bakteri dari organ vital ibu menurun dan bayi menyerapnya seperti spons. Jenis bakteri yang diserap bayi ini memainkan peran penting dalam menentukan kesehatannya di masa depan. Beberapa bakteri dapat menyebabkan bayi mengembangkan alergi tertentu atau berpotensi mengidap penyakit tertentu. Seiring perkembangannya, komposisi mikrobioma dalam tubuh manusia terus berubah sehingga tidak ada dua manusia yang memiliki komposisi mikrobioma yang sama. Ketika bayi mulai mengonsumsi makanan padat, jenis bakteri di ususnya berubah (Sudarmono, 2016).

Belakangan ini, istilah mikrobioma telah digunakan lebih luas untuk merujuk pada kelompok mikroba yang spesifik terhadap inangnya atau yang diperoleh dari lingkungan, definisi ini lebih tepat untuk mikrobioma, yang terkait dengan seperangkat gen dari inang atau lingkungannya, sehingga menjelaskan hubungan taksonomi dengan fungsi anggota komunitas mikroba tersebut.

Mikrobioma adalah kumpulan mikroba yang hidup di tubuh manusia, hewan, tumbuhan, dan lainnya. Sebagian besar tubuh manusia terdiri dari mikroba. Istilah mikrobioma pertama kali diperkenalkan oleh Joshua Lederberg untuk menggambarkan komunitas ekologi mikroorganisme komensal, simbiosis, atau patogen yang menempati ruang tertentu dalam tubuh. Pada tubuh manusia, terdapat sekitar 10-100 triliun mikrobioma. Setiap 10 miliar sel tubuh manusia mengandung 10 sel mikroba hidup. Sel manusia mengekspresikan lebih dari 20.000 gen, tetapi total ekspresi gen dalam tubuh mencapai jutaan gen. Mayoritas gen tersebut berasal dari mikroba (Barin et al., 2015).

Penyakit alergi dan hipersensitivitas, termasuk patologi inflamasi heterogen seperti alergi pernapasan dan makanan, ditandai oleh respons imun di mana limfosit T menghasilkan IL-4, IL-5, dan IL-13 dengan produksi IFN- γ yang rendah (Th₂) serta IL-9 dan IL-10 (Th₉), sebagai sel T efektor utama. Sel-sel ini memicu aktivasi sel efektor lain yang terlibat dalam inflamasi alergi seperti sel mast, basofil, dan eosinofil. Prevalensi penyakit-penyakit ini telah

Biodata Penulis



Utami Ariyasra, M.Biomed lahir di Bajubang, pada 13 Desember 1992. Ia tercatat sebagai lulusan Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Saat ini, penulis aktif melakukan penelitian biomedik dan kedokteran, juga melakukan penelitian kolaborasi dengan dosen yang telah mumpuni dibidangnya. Riset yang pernah diikuti diantaranya project riset status nutrisi dan faktor genetik penyakit sindroma metabolik pada perempuan suku Minangkabau, project riset pangan fungsional lokal Sumatra Barat (Dadih) terhadap pencegahan stunting, project riset Kementerian Kesehatan sebagai enumerator Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS 2023) dan Survei Status Gizi Indonesia (SSGI 2023).



BAB 09 Teknik Molekuler Dalam Diagnosis Dan Penelitian Integratif

Venny Patricia

E-mail: venny.patricia@poltekkesbanten.ac.id

Pendahuluan

Beberapa dekade terakhir, kemajuan pesat dalam bidang biologi molekuler telah membawa revolusi signifikan dalam cara kita memahami, mendiagnosis, dan mengatasi berbagai penyakit. Teknik molekuler, yang melibatkan analisis dan manipulasi molekul biologis seperti DNA, RNA, dan protein, telah mengubah ruang penelitian biomedis dan klinis.

Sejarah Teknik Molekuler

Teknik molekuler berawal dari perkembangan dalam bidang biologi molekuler dan genetika yang mengubah cara kita memahami dan memanipulasi materi genetik. Perkembangan teknik molekuler

dimulai pada pertengahan abad ke-20 dengan penemuan struktur DNA oleh James Watson dan Francis Crick pada tahun 1953. Penemuan ini membuka jalan bagi pemahaman mendalam tentang bagaimana informasi genetik disimpan dan diteruskan dari generasi ke generasi.

- **Awal Penelitian DNA dan Genetik**

- 1953: James Watson dan Francis Crick mengusulkan struktur DNA *double helix*, berdasarkan data dari foto difraksi sinar-X yang diambil oleh Rosalind Franklin. Penemuan ini merupakan tonggak utama dalam biologi molekuler, membuka jalan bagi pemahaman lebih lanjut tentang genetika dan molekul genetik (Markel, 2021).

- **Pengembangan Teknik Dasar**

- 1970-an: Teknik DNA rekombinan dikembangkan oleh Paul Berg, yang memungkinkan penggabungan fragmen DNA dari berbagai sumber. Teknik ini, bersama dengan teknologi kloning, menjadi dasar bagi bioteknologi modern.
- 1983: Kary Mullis mengembangkan *Polymerase Chain Reaction* (PCR), sebuah teknik yang memungkinkan amplifikasi spesifik dari segmen DNA. Inovasi ini memungkinkan analisis DNA yang lebih efisien dan telah menjadi alat penting dalam laboratorium molekuler.

- **Kemajuan dalam Sequencing dan Editing Genom**

- 1987: Metode sekuensing pertama kali diperkenalkan oleh Frederick Sanger, yang menggunakan metode *Sanger sequencing* untuk menentukan urutan DNA. Teknik ini menjadi teknik utama dalam genomik sebelum munculnya teknologi sekuensing generasi berikutnya (NGS).
- 2000-an: Pengembangan sekuensing generasi berikutnya (NGS) yang memungkinkan urutan DNA yang lebih cepat dan lebih murah dibandingkan dengan metode sebelumnya. Teknologi ini, seperti *Illumina sequencing*, telah memungkinkan proyek-proyek besar seperti Proyek Genom Manusia.

Daftar Pustaka

- Adil, A. *et al.* (2021) 'Single-Cell Transcriptomics: Current Methods and Challenges in Data Acquisition and Analysis.', *Frontiers in neuroscience*, 15, p. 591122. Available at: <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.591122>.
- Ahmed, M.Z. *et al.* (2021) 'Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR)/Cas Advancement in Molecular Diagnostics and Signal Readout Approaches.', *The Journal of molecular diagnostics: JMD*, 23(11), pp. 1433–1442. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jmoldx.2021.07.025>.
- Atkinson, S.R., Marguerat, S. and Bähler, J. (2012) 'Exploring long non-coding RNAs through sequencing', *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 23(2), pp. 200–205. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.semcd.2011.12.003>.
- Barba, M., Czosnek, H. and Hadidi, A. (2014) 'Historical perspective, development and applications of next-generation sequencing in plant virology.', *Viruses*, 6(1), pp. 106–136. Available at: <https://doi.org/10.3390/v6010106>.
- Barros-Silva, D. *et al.* (2018) 'Profiling DNA Methylation Based on Next-Generation Sequencing Approaches: New Insights and Clinical Applications.', *Genes*, 9(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/genes9090429>.
- Doudna, J.A. and Charpentier, E. (2014) 'Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9.', *Science (New York, N.Y.)*, 346(6213), p. 1258096. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1258096>.
- Feng, F. *et al.* (2022) 'Connecting high-resolution 3D chromatin organization with epigenomics', *Nature Communications*, 13(1), p. 2054. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29695-6>.
- Heather, J.M. and Chain, B. (2016) 'The sequence of sequencers: The history of sequencing DNA.', *Genomics*, 107(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2015.11.003>.
- Holley, R.W. *et al.* (1965) 'STRUCTURE OF A RIBONUCLEIC ACID.',

- Science (New York, N.Y.)*, 147(3664), pp. 1462–1465. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.147.3664.1462>.
- Kulkarni, A. *et al.* (2019) ‘Beyond bulk: a review of single cell transcriptomics methodologies and applications.’, *Current opinion in biotechnology*, 58, pp. 129–136. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.03.001>.
- Lim, J.M. and Kim, H.H. (2022) ‘Basic Principles and Clinical Applications of CRISPR-Based Genome Editing.’, *Yonsei medical journal*, 63(2), pp. 105–113. Available at: <https://doi.org/10.3349/ymj.2022.63.2.105>.
- Mandlik, J.S., Patil, A.S. and Singh, S. (2024) ‘Next-Generation Sequencing (NGS): Platforms and Applications.’, *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 16(Suppl 1), pp. S41–S45. Available at: https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_838_23.
- Mansisor, A.R. and Risca, V.I. (2022) ‘Chromatin accessibility: methods, mechanisms, and biological insights.’, *Nucleus (Austin, Tex.)*, 13(1), pp. 236–276. Available at: <https://doi.org/10.1080/19491034.2022.2143106>.
- Markel, H. (2021) *The Secret of Life: Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick, and the Discovery of DNA’s Double Helix*. W. W. Norton. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=qzsfEAAAQBAJ>.
- Mullis, K.B. and Faloona, F.A. (1987) ‘Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction’, in *Recombinant DNA Part F*. Academic Press (Methods in Enzymology), pp. 335–350. Available at: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)55023-6](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)55023-6).
- Nakato, R. and Sakata, T. (2021) ‘Methods for ChIP-seq analysis: A practical workflow and advanced applications.’, *Methods (San Diego, Calif.)*, 187, pp. 44–53. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2020.03.005>.
- Notomi, T. *et al.* (2000) ‘Loop-mediated isothermal amplification of DNA.’, *Nucleic acids research*, 28(12), p. E63. Available at: <https://doi.org/10.1093/nar/28.12.e63>.

- Raghavan, V. *et al.* (2022) 'A simple guide to de novo transcriptome assembly and annotation.', *Briefings in bioinformatics*, 23(2). Available at: <https://doi.org/10.1093/bib/bbab563>.
- Sanger, F., Nicklen, S. and Coulson, A.R. (1977) 'DNA sequencing with chain-terminating inhibitors.', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 74(12), pp. 5463–5467. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.74.12.5463>.
- Satam, H. *et al.* (2023) 'Next-Generation Sequencing Technology: Current Trends and Advancements', *Biology*, 12(7). Available at: <https://doi.org/10.3390/biology12070997>.
- Stark, R., Grzelak, M. and Hadfield, J. (2019) 'RNA sequencing: the teenage years.', *Nature reviews. Genetics*, 20(11), pp. 631–656. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41576-019-0150-2>.
- Ura, H., Togi, S. and Niida, Y. (2022) 'A comparison of mRNA sequencing (RNA-Seq) library preparation methods for transcriptome analysis.', *BMC genomics*, 23(1), p. 303. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08543-3>.
- Veselinová, D. *et al.* (2021) 'Selected In Situ Hybridization Methods: Principles and Application.', *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(13). Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules26133874>.
- Zhu, H. *et al.* (2020) 'PCR past, present and future', *BioTechniques*, 69(4), pp. 317–325. Available at: <https://doi.org/10.2144/BTN-2020-0057>.

Biodata Penulis :



Venny Patricia, S.Pd, M.Kes lahir di Palembang, 21 Juni 1984. Penulis tercatat sebagai lulusan Magister Kesehatan (S2) Bidang Ilmu Kedokteran Dasar dan Biomedis Universitas Padjadjaran. Wanita yang kerap disapa Venny ini adalah anak pertama dari pasangan Syaiful (ayah) dan Mariah Hinnah (ibu). Penulis merupakan seorang dosen di Poltekkes Kemenkes Banten Jurusan Teknologi Laboratorium

Medis Kampus Tangerang. Pada 2023 lalu, Venny berhasil meraih penghargaan sebagai Dosen Berprestasi Poltekkes Kemenkes RI tingkat Nasional Tahun 2023.



BAB 10 Terapi Imunomodulator dan Antimikroba

Ulya Utı Fısrını

E-mail: ulyautifasrını@med.unand.ac.id

Pendahuluan

Imunomodulator dan antimikroba memainkan peran penting dalam pengobatan modern, menawarkan manfaat terapeutik yang signifikan dalam menangani berbagai penyakit. Imunomodulator adalah agen yang memodifikasi respons imun, baik meningkatkan maupun menekannya, untuk mencapai hasil terapi yang diinginkan. Imunomodulator sangat penting dalam mengobati penyakit autoimun, kanker, dan kondisi peradangan kronis dengan mengembalikan keseimbangan kekebalan tubuh. Antimikroba, di sisi lain, adalah zat yang membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit. Mereka adalah landasan pengobatan penyakit menular,

membantu mengendalikan dan membasmi patogen yang mengancam kesehatan manusia.

Integrasi terapi imunomodulator dan antimikroba merupakan kemajuan yang signifikan dalam praktik klinis, yang memungkinkan pendekatan pengobatan yang lebih efektif dan tepat sasaran. Namun, meningkatnya prevalensi resistensi antimikroba dan kompleksitas modulasi imun menghadirkan tantangan yang berkelanjutan. Memahami mekanisme kerja, aplikasi terapeutik, dan potensi risiko yang terkait dengan pengobatan ini sangat penting untuk mengoptimalkan hasil pengobatan pasien.

Pola makan memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap kesehatan dan penyakit yang terkait dengan homeostasis kekebalan tubuh dengan berkontribusi pada regulasi kekebalan tubuh, peradangan, atau bahkan transformasi sel ganas. Beberapa faktor risiko yang disebabkan oleh kebiasaan makan telah dijelaskan untuk berbagai macam penyakit yang dimediasi oleh kekebalan usus dan juga kekebalan ekstra-usus. Senyawa makanan seperti vitamin, mikronutrien, karbohidrat, lipid, dan asam amino secara substansial memodulasi respons imun di seluruh tubuh. Interaksi langsung dengan reseptor spesifik, modulasi komposisi mikroba di lokasi mukosa, dan perubahan jalur metabolisme dalam tubuh manusia berkontribusi pada berbagai jalur berbeda di mana nutrisi dapat memengaruhi respons dan reaktivitas kekebalan tubuh.

Bab ini membahas interaksi antara imunomodulator dan antimikroba, mengeksplorasi mekanisme, aplikasi, dan strategi inovatif yang sedang dikembangkan untuk meningkatkan kemanjurannya sekaligus mengatasi masalah resistensi dan keamanan.

Tipe dan Jenis Imunomodulator

Imunomodulator dapat diklasifikasikan berdasarkan kemampuan untuk menguatkan sistem imun (imunostimulan) atau menekan sistem imun (imunosupresan). Terdapat beberapa agen dengan aplikasi klinis yang spesifik, diantaranya sitokin, antibodi monoklonal, vaksin, imunosupresan, dan zat gizi serta zat bioaktif

Daftar Pustaka

- Stephen, J., Manoharan, D. and Radhakrishnan, M. (2023) 'Immune boosting functional components of natural foods and its health benefits', *Food Production, Processing and Nutrition*, 5(61). doi:10.1186/s43014-023-00178-5.
- Venter, C. *et al.* (2020) 'Nutrition and the Immune System: A Complicated Tango', *Nutrients*, 12(3), p. 818. doi:10.3390/nu12030818.
- Wang, X. *et al.* (2024) 'Arginine alleviates *Clostridium perfringens* α toxin-induced intestinal injury in vivo and in vitro via the SLC38A9/mTORC1 pathway', *Frontiers in Immunology*, 15. doi:10.3389/fimmu.2024.1357072.
- Wang, Y. *et al.* (2024) 'Immunomodulation of nutritional formula containing epigallocatechin-3-gallate, ginseng extract, and polydextrose on inflammation and macrophage polarization', *Frontiers in Nutrition*, 11. doi:10.3389/fnut.2024.1370608.
- Werth, B.J. (2024) *Overview of Antibiotics, MERCK Manual*. Available at: <https://www.merckmanuals.com/home/infections/antibiotics/overview-of-antibiotics>.

Biodata Penulis:



dr. Ulya Utı Fasrını, M.Biomed lahir di Padang, pada 10 November 1978. Ia tercatat sebagai lulusan Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Wanita yang akrab dipanggil Ulya ini adalah anak ke empat dari pasangan (alm) Hasmi Ahmad (Ayah) dan Nurhelmi Djamaan (Ibu). Ulya merupakan relawan kebencanaan, dosen, dan seorang penulis produktif, yang telah menerbitkan sejumlah buku ilmiah bidang kebencanaan, gizi dan pendidikan yang mendapat pengakuan di kalangan akademis.