



# BIOLOGI SISTEM

Tim Penulis:

Sandriana Juliana Nendissa, Veny Usviany, Dessyre M. Nendissa,  
Nadya Treesna Wulansari, Theodora Feronica Marlissa, Ida Ayu Manik Damayanti,  
Ariyani Noviantari, Anak Agung Istri Mas Padmiswari, Kadek Buja Harditya,  
Putu Rima Sintyadewi, Lisa Andriani Lienggonegoro, Ni Wayan Sukma Antari,  
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho.

# BIOLOGI SISTEM

Tim Penulis:

Sandriana Juliana Nendissa, Veny Usviany, Dessyre M. Nendissa,  
Nadya Treesna Wulansari, Theodora Feronica Marlissa, Ida Ayu Manik Damayanti,  
Ariyani Noviantari, Anak Agung Istri Mas Padmiswari, Kadek Buja Harditya,  
Putu Rima Sintyadewi, Lisa Andriani Lienggonegoro, Ni Wayan Sukma Antari,  
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho.



# BIOLOGI SISTEM

Tim Penulis:

**Sandriana Juliana Nendissa, Veny Usvianny, Dessyre M. Nendissa,  
Nadya Treesna Wulansari, Theodora Feronica Marlissa, Ida Ayu Manik Damayanti,  
Ariyani Noviantari, Anak Agung Istri Mas Padmiswari, Kadek Buja Harditya,  
Putu Rima Sintyadewi, Lisa Andriani Lienggonegoro, Ni Wayan Sukma Antari,  
Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho.**

Desain Cover:

**Septian Maulana**

Sumber Ilustrasi:

**www.freepik.com**

Tata Letak:

**Handarini Rohana  
Neneng Sri Wahyuni**

Editor:

**Evi Damayanti**

ISBN:

**978-623-459-733-2**

Cetakan Pertama:

**Oktober, 2023**

---

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

**by Penerbit Widina Media Utama**

---

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT:**

**WIDINA MEDIA UTAMA**

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas  
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

**Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020**

Website: [www.penerbitwidina.com](http://www.penerbitwidina.com)

Instagram: @penerbitwidina

Telepon (022) 87355370

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul Biologi Sistem telah selesai di susun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan Biologi Sistem.

Buku ini merupakan salah satu wujud perhatian penulis terhadap Biologi Sistem. Biologi sistem (*system biology*) secara umum dapat diartikan sebagai ilmu atau pendekatan yang mempelajari tentang komponen biologi yang dapat berupa molekul, sel, organisme atau spesies, dan interaksi antar komponen-komponen tersebut dalam menyusun sistem kehidupan organisme. Biologi adalah ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup. Biologi termasuk salah satu ilmu tertua yang telah dikenal sejak zaman prasejarah. Ruang lingkupnya sangat luas. Karena biologi bukan hanya mempelajari tentang makhluk hidup tetapi juga komponen-komponen kehidupan yang mendukung dan berhubungan dengan makhluk hidup.

Tujuan biologi sistem adalah membangun model perilaku dinamik dari keseluruhan sistem biologis. Model yang baik akan memungkinkan ahli biologi memprediksi bagaimana perubahan pada satu atau lebih variabel akan mempengaruhi komponen lain dan keseluruhan sistem. Dengan demikian pendekatan sistem memungkinkan kita untuk mengajukan jenis-jenis pertanyaan baru. Tujuan biologi sistem adalah menjawab pertanyaan-pertanyaan besar dan urgen yang akan terus muncul. Biologi sistem mempelajari organisme sebagai sistem terintegrasi yang terdiri dari komponen genetik, protein, dan metabolisme yang dinamis dan saling terkait dengan bantuan biologi seperti organ tubuh manusia yang saling membutuhkan.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “tiada gading yang tidak retak” dan sejatinya kesempurnaan

hanyalah milik tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Oktober, 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>BAB 1 PERAN DAN PENTINGNYA BIOLOGI SISTEM DALAM BIOLOGI</b> .....	<b>1</b>
A. Biologi Sistem .....	3
B. Peran dan Pentingnya Biologi Sistem .....	5
C. Biologi Sistem Pada Organ Tubuh Manusia .....	7
D. Rangkuman Materi .....	12
<b>BAB 2 SEL DAN STRUKTUR SISTEM</b> .....	<b>15</b>
A. Struktur Sel .....	18
B. Jenis Sel .....	23
C. Struktur Sistem .....	23
D. Rangkuman Materi .....	24
<b>BAB 3 HOMEOSTATIS</b> .....	<b>29</b>
A. Homeostatis .....	31
B. Homeostatis Pada Manusia .....	34
C. Homeostatis Pada Hewan dan Tumbuhan .....	40
D. Homeostatis Ekosistem .....	44
E. Rangkuman Materi .....	47
<b>BAB 4 BIOLOGI SISTEM EKSKRESI</b> .....	<b>51</b>
A. Organ Ginjal .....	52
B. Organ Paru-Paru .....	58
C. Organ Kulit .....	61
D. Organ Hati .....	65
E. Rangkuman Materi .....	67
<b>BAB 5 SISTEM PERNAFASAN</b> .....	<b>69</b>
A. Pengertian Respirasi .....	70
B. Alat – Alat Pernafasan Pada Manusia .....	73
C. Anatomi Sistem Pernafasan .....	76
D. Fisiologi Sistem Pernafasan .....	80
E. Biokimia .....	83
F. Mekanisme Pernafasan Manusia .....	84
G. Volume Udara Pernafasan .....	85

H. Gas – Gas Dalam Udara Pernafasan .....	86
I. Pertukaran O <sub>2</sub> dan Co <sub>2</sub> Dalam Pernafasan .....	87
J. Energi dan Pernafasan .....	89
K. Frekuensi Pernafasan .....	89
L. Gangguan Pada Sistem Pernafasan .....	90
M. Rangkuman Materi .....	91
<b>BAB 6 BIOLOGI SISTEM PENCERNAAN .....</b>	<b>95</b>
A. Sistem Pencernaan .....	97
B. Kelenjar Pencernaan .....	105
C. Rangkuman Materi .....	111
<b>BAB 7 BIOLOGI SISTEM PEREDARAN DARAH .....</b>	<b>115</b>
A. Pengertian Sistem Peredaran Darah .....	117
B. Sistem Peredaran Darah Pada Hewan .....	117
C. Sistem Peredaran Darah Pada Manusia .....	123
D. Darah .....	129
E. Rangkuman Materi .....	132
<b>BAB 8 BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (WANITA) .....</b>	<b>135</b>
A. Ovarium .....	136
B. Saluran Telur .....	137
C. Uterus (Rahim) .....	139
D. Vagina .....	140
E. Genetalia Eksternal Wanita .....	141
F. Kelenjar Susu .....	144
G. Pembentukan Sel Telur (Ovum) .....	145
H. Hormon Yang Berperan Dalam Proses Pembentukan Sel Telur .....	147
I. Fase Menstruasi .....	147
J. Rangkuman Materi .....	149
<b>BAB 9 SISTEM SARAF .....</b>	<b>153</b>
A. Jaringan Saraf .....	155
B. Organisasi Sistem Saraf .....	159
C. Rangkuman Materi .....	173
<b>BAB 10 SISTEM ENDOKRIN .....</b>	<b>177</b>
A. Sistem Endokrin .....	179
B. Jenis Organ dan Kelenjar Dalam Sistem Endokrin .....	182
C. Rangkuman Materi .....	200

<b>BAB 11 BIOLOGI SISTEM IMUN</b> .....	<b>203</b>
A. Komponen Sistem Imun .....	204
B. Sistem Imun Bawaan dan Sistem Imun Adaptif .....	214
C. Antigen dan Antibodi Serta Proses Pengenalan Antigen .....	221
D. Kelainan Sistem Imun .....	226
E. Rangkuman Materi .....	227
<b>BAB 12 BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (LAKI-LAKI)</b> .....	<b>231</b>
A. Struktur Anatomi Organ Reproduksi Laki-Laki .....	233
B. Spermatogenesis .....	237
C. Anatomi Spermatozoa .....	239
D. Rangkuman Materi .....	245
<b>BAB 13 TANTANGAN DAN TREN DALAM BIOLOGI SISTEM</b> .....	<b>247</b>
A. Tren Dalam Biologi Sistem .....	250
B. Biologi Sistem Dan Era 5.0 .....	251
C. Perkembangan Penelitian Biologi Sistem .....	254
D. Tantangan Dalam Biologi Sistem .....	258
E. Rangkuman Materi .....	259
<b>GLOSARIUM</b> .....	<b>265</b>
<b>PROFIL PENULIS</b> .....	<b>282</b>





# BIOLOGI SISTEM

## BAB 1: PERAN DAN PENTINGNYA BIOLOGI SISTEM DALAM BIOLOGI

Sandriana Juliana Nendissa, S.Pi., M.P.

Universitas Pattimura

---

# BAB 1

## PERAN DAN PENTINGNYA BIOLOGI SISTEM DALAM BIOLOGI

---

### PENDAHULUAN

Biologi sistem (*system biology*) secara umum dapat diartikan sebagai ilmu atau pendekatan yang mempelajari tentang komponen biologi yang dapat berupa molekul, sel, organisme atau spesies, dan interaksi antar komponen-komponen tersebut dalam menyusun sistem kehidupan organisme.

Dalam mempelajari perilaku dan dinamika organisme yang kompleks maka digunakan berbagai teknologi pengukuran yang sistematis menggunakan pendekatan omic, bioinformatika, model matematika dan komputasi untuk memprediksi pola interaksi tersebut (Harvard Medical School, 2010).

Menurut Nicholson & Wilson (2006) data-data berupa genomic, transkriptomic, proteomic dan metabolomic dapat diintegrasikan dalam bentuk komputasi sehingga keseluruhan level dan konsep biomolekuler dalam suatu organisme dapat dikuantifikasi dan dipahami.

Hefzi H. et al., (2013) mengatakan bahwa pengembangan konsep biologi sistem memungkinkan terjawabnya mekanisme sistem fungsional organisme dengan mempelajari pola interaksi seluler. Seiring perkembangannya, biologi sistem kemudian dapat digunakan untuk menjelaskan secara lebih detail tentang berbagai proses dan sistem fungsional yang penting yang terjadi dalam suatu organisme, seperti metabolisme, sistem organ manusia, interaksi antar gene dan signaling (Jan & Peter, 2016).

# DAFTAR PUSTAKA

- Auffray C., Imbeaud S., Roux-Rouquie M., Hood L. *From functional genomics to systems biology: concepts and practices. Comptes Rendus Biol.* 2003; 326:879892.
- Bruggeman F.J., Westerhoff H.V. *The nature of systems biology. Trends Microbiol.* 2006; 15:45–50
- Friboulet A., Thomas D. *Systems biology – an interdisciplinary approach. Biosens. Bioelectron.* 2005; 20:2404–2407
- Hefzi H et al., 2013. *Reconstruction of Genome Scale Metabolic Network. Hand Book of System Biology: Concept and Insight. First Edition. Elsevier*
- Hornberg J.J., Bruggeman F.J., Westerhof H.V., Lankelma J. *Cancer: a systems biology disease. BioSystems.* 2006; 83:81–90.
- Jan A van der Knaap and C Peter Verrijzer. 2016. Undercover; gene control by metabolites and metabolic enzymes. *Journal Genes and Development*
- Likić V a, McConville MJ, Lithgow T, Bacic A. 2010. *Systems biology: the next frontier for bioinformatics.* Diarsipkan 2014-03-29 di Wayback Machine.. *Adv. Bioinformatics:* 1-10.
- Mesarovic M.D. *General systems theory and biology – view of a theoretician.* 1968. In: Mesarović D.M., editor. *General Systems Theory and Biology.* Springer
- Nikholson K Jeremy. 2006. Global systems biology, personalized medicine and molecular epidemiology. *Journal Molecular Systems Biology.*



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 2: SEL DAN STRUKTUR SISTEM

Veny Usviany, M.Si.

Politeknik Piksi Ganesha

---

# BAB 2

## **SEL DAN STRUKTUR SISTEM**

---

### **PENDAHULUAN**

Sel adalah unit dasar struktural dan fungsional terkecil bagi sistem kehidupan. Sel disebut unit struktural terkecil, karena sel merupakan unit penyusun makhluk hidup yang paling dasar dan tidak bisa dibagi-bagi lagi. Sel merupakan bagian terkecil yang berkumpul untuk membangun bagian tubuh yang lebih besar dan kompleks. Sel juga didefinisikan sebagai unit fungsional terkecil, karena sel merupakan bagian terkecil yang mampu melakukan proses dan ciri kehidupan seperti melakukan respirasi, perombakan, penyusunan, reproduksi melalui pembelahan sel, dan respon terhadap rangsangan.

Sel berukuran mikroskopik, ukurannya bermacam-macam, sekitar 1-100  $\mu\text{m}$ . Sel juga memiliki beragam bentuk, namun secara umum memiliki kesamaan struktur, yakni tersusun atas berbagai komponen struktural yang disebut organel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B. (2008). *Biologi* (Edisi ke-8 jilid 1). Penerbit Erlangga
- Cuffe, M., Chow., Christopher, Alberts., Bruce M., Cooper. John A., Lodish. Harvey F., Bernfield. Merton R., Staehelin. L. Andrew, Laskey. Ronald A., Slack., Jonathan M.W. and Stein. Wilfred D. (2023, July 2). cell. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/cell-biology>
- Junqueira, L.C. dan Carneiro, J. (2003). *Basic Histology* (Edisi ke-10). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Parker, S. (2007). *Ensiklopedia Tubuh Manusia*. Penerbit Erlangga



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 3: HOMEOSTATIS

Ir. Dessyre M. Nendissa, M.P.

Universitas Pattimura Ambon

---

# BAB 3

## HOMEOSTATIS

---

### PENDAHULUAN

Setiap sel dalam tubuh manusia, terlibat dalam upaya mempertahankan keseimbangan internal yang dinamis dan terus menerus yang dinamakan homeostatis. Homeostasis adalah kemampuan tubuh untuk beradaptasi dan menjaga keseimbangan kondisi cairan didalam internal tubuh terhadap perubahan lingkungan di sekitar. Homeostatis juga didefinisikan sebagai proses mempertahankan atau melepaskan panas untuk menjaga kestabilan tubuh manusia (Rahmawati, 2017).

Dalam proses homeostasis, organisme menggunakan mekanisme otomatis untuk menjaga kondisi tubuh dalam batas yang telah ditentukan. Hal ini melibatkan berbagai variabel seperti suhu tubuh, keseimbangan cairan tubuh, pH cairan ekstraseluler, konsentrasi ion-ion tertentu, dan kadar gula darah. Meskipun lingkungan dan aktivitas tubuh berubah, mekanisme homeostasis bekerja untuk menjaga kondisi tersebut agar tetap dalam rentang normal.

Setiap variabel yang diatur dalam homeostasis dikendalikan oleh reseptor, pusat kendali, dan efektor. Reseptor adalah komponen penginderaan yang memantau perubahan lingkungan dan memberikan respons terhadapnya. Pusat kendali, seperti pusat pernapasan dan sistem renin-angiotensin, mengatur respons tubuh terhadap perubahan. Efektor merupakan target yang ditindaklanjuti oleh pusat kendali untuk mengembalikan keadaan tubuh ke kondisi normal.

Homeostasis berperan penting dalam menjaga organisme tetap hidup dan berfungsi sebagaimana mestinya. Gangguan dalam sistem homeostasis dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti dehidrasi, gangguan elektrolit, hipotensi, hipertensi, dan penyakit lainnya. Contoh sederhana dari Homeostasis ini adalah sistem termoregulator (sistem pengaturan temperature dalam tubuh). Ketika kita berada di



# DAFTAR PUSTAKA

- Djais Ariadna Adisattyta, 2021. Filogenetik Oral Mikroba Serta Penyakit Sistemik Akibat Terusiknya Keadaan Homeostasis. Pidato Dalam Sidang Terbuka Upacara Pengukuhan Guru Besar Universitas Indonesia. <https://www.ui.ac.id/penyakit-sistemik-akibat-terusiknya-keadaan-homeostasis/>. Diakses 14 Agustus 2023
- Hafid Muh Anwar, 2020. Ilmu Dasar Keperawatan. Konsep Sistem Tubuh, Homeostatis, Gugus Fungsional, Ikatan Kimia, Cairan Tubuh Dan Metabolisme. Penerbit Pt Remaja Rosdakarya Bandung  
<https://www.kompas.com/skola/read/2021/06/29/120000169/homeostatis-pengertian-dan-prosesnya?page=all>.
- Karim, M.Y., 2007. Pengaruh Osmotik Pada Berbagai Salinitas Media Terhadap Vitalitas Kepiting Bakau (*Scylla Olivacea*) Betina. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada, 14(1), Pp. 37–44. [https://ejournal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita\\_biologi/article/viewfile/3003/pdf](https://ejournal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/viewfile/3003/pdf). Diakses 26 Agustus 2023
- Kukus, Youndry, Wenny, S., Fransiska L. 2009. Suhu Tubuh: Homeostasis Dan Efek Terhadap Kinerja Tubuh Manusia. Jurnal Biomedik, Volume 1, Nomor 2, Juli 2009, Hlm. 107-118. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/biomedik/article/view/824>. Diakses 13 Agustus 2023
- Kusumawati Ira, Homeostatis. <https://www.academia.edu/16684052/homeostatis>. Diakses 22 Juli 2023
- Rachmawati, D., Hutabarat, J. Dan Anggora, S., 2012. Pengaruh Salinitas Media Berbeda Terhadap Pertumbuhan Keong Macan (*Babylonia Spirata* L.) Pada Proses Domestikasi. Jurnal Ilmu Kelautan September 2012. Vol. 17 (3) 141-147. <https://doi.org/10.14710/ik.ljms.17.3.141-147>. Diakses 28 Agustus 2023

Utomo Suyud Warno, Sutriyono Dan Rizal Reda, 2014, Pengertian, Ruang  
Lingkup Ekologi Dan Ekosistem Modul 1.  
[Http://Repository.Ut.Ac.Id/4305/1/Biol4215-M1.Pdf](http://Repository.Ut.Ac.Id/4305/1/Biol4215-M1.Pdf). Diakses 27  
Agustus 2023



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 4: BIOLOGI SISTEM EKSRESI

Nadya Treesna Wulansari, S.Pd., M.Si.

Institut Teknologi Dan Kesehatan Bali

---

# BAB 4

## **BIOLOGI SISTEM EKSRESI**

---

### **PENDAHULUAN**

Ekskresi merupakan proses pembuangan zat sisa metabolisme pada tubuh makhluk hidup. Pada manusia sisa-sisa metabolisme terakumulasi sebagai urin, keringat dan air mata. Zat-zat tersebut dapat meracuni dan berbahaya bagi tubuh apabila tidak dikeluarkan dari tubuh. Sistem pengeluaran zat-zat tersebut disebut sistem ekskresi. Adapun fungsi dari sistem ekskresi adalah sebagai berikut.

1. Pengaturan kandungan air, garam-garam anorganik dalam darah
2. Pengaturan volume, pH, dan tekanan osmotik darah
3. Pengaturan komposisi kimia darah
4. Pengaturan suhu tubuh

Manusia memiliki organ ekskresi yang kompleks. Organ-organ yang berperan dalam sistem ekskresi antara lain ginjal, paru-paru, kulit dan hati.

### **ORGAN YANG BERPERAN DALAM SISTEM EKSRESI**

#### **A. ORGAN GINJAL**

##### **1. Ginjal**

Ginjal adalah sarana utama untuk menghilangkan limbah produk metabolisme yang tidak digunakan kembali oleh tubuh. Produk-produk ini termasuk urea, kreatin, asam urat, produk akhir pemecahan hemoglobin, dan metabolit berbagai hormon. Produk-produk limbah ini harus dikeluarkan dari tubuh. Ginjal juga menghilangkan sebagian besar racun dan zat asing lainnya yang diproduksi oleh tubuh atau tertelan, seperti pestisida, obat-obatan, dan bahan tambahan makanan. Selain itu, organ ini berperan penting dalam produksi urin untuk mengeluarkan produk limbah tersebut. Adapun beberapa fungsi ginjal lainnya adalah sebagai berikut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Carlson, B.M. 2018. *The Human Body Linking Structure and Function*. UK: Elsevier.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. 2016. *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Scanlon, V.C., Sanders, T. 2007. *Essentials of Anatomy and Physiology*. Philadelphia: A.F Davis Company.
- Urry, L.A., Cain, M. L., Wasserman, S.A., Minorsky, P. V., Orr, R. B., Campbell, N. A. (2020). *Twelfth edition Campbell Biology*. New York: Pearson.



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 5: SISTEM PERNAFASAN

Theodora Feronica Marlissa, S.Pd.

SMA Negeri 23 Maluku Tengah

---

# BAB 5

## SISTEM PERNAFASAN

---

### PENDAHULUAN

Pada umumnya kita menggunakan kata *respirasi* untuk menyebutkan *pernafasan*. Meskipun respirasi pada tingkat organisme tidak boleh dirancukan dengan respirasi seluler, kedua proses ini berkaitan erat. Respirasi seluler menunjukkan bahwa sel itu melakukan pertukaran dua gas dengan lingkungannya. Sel mengambil oksigen dalam bentuk gas O<sub>2</sub> dan mengeluarkan zat buangan dalam bentuk gas CO<sub>2</sub> atau karbon dioksida. Respirasi atau pernapasan, menyebabkan pertukaran gas – gas yang sama antara darah dan udara luar. Oksigen yang ada dalam udara yang kita hirup berdifusi melintasi lapisan paru – paru ke dalam aliran darah. Sementara CO<sub>2</sub> dalam aliran darah kita berdifusi masuk ke paru – paru dan keluar dari tubuh sewaktu kita menghembuskan napas.

Secara fisiologi, respirasi dibedakan atas dua jenis yaitu respirasi dari luar atau respirasi eksternal merupakan pertukaran antara O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> antara darah dan udara. Sementara itu, respirasi dalam atau respirasi internal merupakan pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dari aliran darah ke sel – sel tubuh. Oksigen diperlukan sel – sel tubuh untuk memproduksi energy.

Pada bab ini, akan dibahas tentang anatomi respirasi, fisiologi respirasi, mekanisme respirasi, volume udara respirasi, gas – gas dalam udara respirasi, pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>, energy respirasi, frekuensi respirasi dan gangguan pada sistem respirasi.

### A. PENGERTIAN RESPIRASI

Respirasi atau pernafasan adalah proses dimulai dari pengambilan O<sub>2</sub>, pengeluaran CO<sub>2</sub> sampai penggunaan energy di dalam tubuh. Manusia dalam proses bernafas menghirup oksigen dari udara bebas dan mengeluarkan karbon dioksida ke lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Simon, Dickey, Hogan, & Reece. 2002. *Intisari Biologi*. Ed Ke- 6. Terj. Dari Essential Biology, oleh D Tyas W. Erlangga, Jakarta: 488 hlm
- Campbell, N.A., J.B. Reece, & L.G. Mitchell. 2002. *Biologi*, Ed Ke -8, Jilid 1. Terj. Dari Biology, oleh W. Manalu. Erlangga, Jakarta: xxi + 483 hlm.
- Campbell, N.A., J.B. Reece, & L.G. Mitchell. 2002. *Biologi*. Ed Ke – 5, Jilid 3. Terj. Dari Biology, oleh W. Manalu. Erlangga, Jakarta: xxi + 436 hlm.
- Hell, M., Hazel, A. and Smit, J. (2008). The Mechanics of airway closure *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 163 (1- 3), pp. 214 – 221.
- Mitrouska, I., Klimathianaki, M. and Siafakas, N. (2004). *Effects of Pleural Effusion on Respiratory Function. Canadian Respiratory Diases. European Medical Juornal*. 2, pp .96 – 103.





# BIOLOGI SISTEM

## BAB 6: BIOLOGI SISTEM PENCERNAAN

Ida Ayu Manik Damayanti, S.Si., M.Si.

Institut Teknologi dan Kesehatan Bali

---

# BAB 6

## **BIOLOGI SISTEM PENCERNAAN**

---

### **PENDAHULUAN**

Sistem pencernaan adalah salah satu sistem organ yang paling luar biasa dalam tubuh. Sistem pencernaan terdiri dari saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Pada dasarnya adalah sebuah tabung panjang yang dilalui oleh makanan dan cairan untuk masuk di satu ujung dan, setelah banyak diproses, keluar dari ujung yang lain sebagai feses. Melalui perjalanan ini, makanan yang dicerna mengalami pengaruh mekanis dan kimiawi yang membantu mengekstrak jumlah maksimum nutrisi dari makanan dan menyerap nutrisi ini ke dalam tubuh. Pengolahan makanan terdiri dari beberapa tahap yaitu ingesti, digesti, absorpsi, dan eliminasi. Ingesti merupakan tindakan makan. Makanan dapat ditelan dalam bentuk cair maupun padat. Pada tahap digesti (pencernaan), makanan akan dipecah menjadi molekul-molekul kecil untuk diabsorpsi oleh tubuh. Tahapan ini penting karena hewan tidak dapat langsung menggunakan protein, karbohidrat, lemak dan fosfolipid dalam makanan. Digesti kimiawi dibantu oleh enzim. Berbagai jenis enzim mengatalisis pencernaan molekul-molekul besar dalam makanan. Digesti mekanis adalah proses pemecahan makanan menjadi potongan-potongan kecil sehingga meningkatkan area permukaan untuk proses-proses kimiawi. Peranan dari sistem pencernaan untuk membuat nutrisi tersedia dalam darah dalam bentuk yang tepat. Sistem pencernaan memecah gumpalan besar makanan yang dimakan menjadi bagian yang cukup kecil untuk melewati dinding usus dan larut dalam darah. Eliminasi merupakan tahapan terakhir, saat zat-zat yang tidak tercerna dikeluarkan dari sistem pencernaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N.A., Jane B. R., Lisa A. U., Michael L. C., Steven A.W., Peter V. M., and Robert B. J. (2010). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid III*. Jakarta: Erlangga.
- Carlson, B.M. (2018). *The Human Body: Linking Structure and Function*. UK: Elsevier
- Smith, M. E., Morton, D. G. (2010). *The Digestive System: Basic Science and Clinical Conditions*. United Kingdom: Churchill Livingstone.
- Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Orr, R. B. (2020). *Campbell Biology: Twelfth Edition*. United Kingdom: Pearson.



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 7: BIOLOGI SISTEM PEREDARAN DARAH

Ariyani Noviantari, S.Si., M.Biomed.

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

---

# BAB 7

## **BIOLOGI SISTEM PEREDARAN DARAH**

---

### **PENDAHULUAN**

Transportasi molekul dalam makhluk hidup harus melibatkan setiap sel dalam tubuh. Nutrisi dan oksigen ( $O_2$ ) masuk ke dalam sitoplasma dengan melintasi membran plasma. Begitu juga dengan karbondioksida ( $CO_2$ ), keluar dari sel dengan melintasi membran yang sama. Molekul kecil termasuk oksigen dan karbondioksida akan mengalami difusi. Pertukaran zat pada organisme uniseluler terjadi secara langsung melalui difusi melintasi membran plasma. Namun, pada sebagian besar organisme multiseluler, tidak mungkin terjadi pertukaran zat secara langsung antara setiap sel dan lingkungan. Selain itu, difusi dapat terjadi sangat lambat untuk jarak lebih dari beberapa milimeter karena terdapat waktu yang diperlukan suatu zat untuk berdifusi dari satu tempat ke yang lain sebanding dengan kuadrat jarak. Misalnya, sejumlah glukosa yang membutuhkan waktu 1 detik untuk berdifusi 100  $\mu\text{m}$  akan membutuhkan 100 detik untuk menyebar 1 mm dan hampir 3 jam untuk menyebar 1 cm. Pada kebanyakan hewan, sistem peredaran darah secara fungsional dikaitkan dengan pertukaran gas dengan lingkungan dan dengan sel tubuh (Urry et al., 2021).

Darah merupakan sarana yang dibutuhkan dalam transportasi molekul ke sel-sel tubuh dan berperan penting pada kehidupan. Sel darah merah (eritrosit) mengangkut oksigen jauh lebih banyak daripada sel darah putih yang melindungi tubuh dari infeksi. Tetapi ketika terjadi leukemia, sel darah putih berkembang biak dengan liar dan sangat banyak sehingga darah tidak dapat menjalankan fungsinya kembali, meskipun jantung masih berfungsi sebagaimana mestinya. Dalam bab ini akan dibahas beberapa hewan yang memiliki sistem kardiovaskular di mana jantung memompa darah ke seluruh tubuh. Pemompaan jantung hanyalah fungsi tambahan karena darahnya yang mengangkut gas dan nutrisi ke seluruh

## DAFTAR PUSTAKA

- Buijtendijk, M. F. J., Barnett, P., & van den Hoff, M. J. B. (2020). Development of the human heart. *American Journal of Medical Genetics, Part C: Seminars in Medical Genetics, 184C*, 7–22. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.31778>
- Ding, S., Zhang, X., Qiu, H., Wo, J., Zhang, F., & Na, J. (2022). Non-cardiomyocytes in the heart in embryo development, health, and disease, a single-cell perspective. *Frontiers in Cell and Developmental Biology, 10*(873264), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.873264>
- Hall, J. (2011). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (Twelfth Ed). Saunders Elsevier.
- Hillis, D., Heller, H., Hacker, S., Hall, D., Laskowski, M., & Sadava, D. (2020). Life - The science of biology. In *Sinauer Associates* (Twelfth Ed). Oxford University Press. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.5871>
- Klabunde, R. E. (2012). *Cardiovascular Physiology Concepts* (Second Edi). Lippincott Williams and Wilkins. <http://www.cvphysiology.com/index.html>
- Mader, S. S., Baldwin, A., Roush, R., Songer, S., & Thompson, M. (2014). *Biology* (M. Hackett (ed.); Tenth Edit). Mc Graw Hill.
- Mescher, A. L. (2013). *Junqueira's Basic Histology Text and Atlas. 13th Edition*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Orr, R. (2021). *Campbell Biology* (Twelfth Ed). Pearson. <https://training.seer.cancer.gov/anatomy/cardiovascular/heart/structure.html>



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 8: BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (WANITA)

Anak Agung Istri Mas Padmiswari, S.Si., M.Si.

Institut Teknologi dan Kesehatan Bali

---

# BAB 8

## **BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (WANITA)**

---

### **PENDAHULUAN**

Sistem reproduksi wanita terdiri dari sepasang ovarium dan saluran telur, rahim, vagina, alat kelamin luar, dan kelenjar susu. Semua struktur ini telah berevolusi untuk fungsi utama ovulasi, pembuahan sel telur oleh sperma, dukungan perkembangan embrio dan janin, serta kelahiran dan perawatan bayi. Komponen sistem ini terintegrasi secara struktural dan fisiologis untuk mencapai tujuan ini.

Ciri-ciri anatomi yang membedakan perempuan dengan laki-laki adalah ciri-ciri seksual perempuan. Dalam terminologi standar, ciri-ciri seksual primer wanita adalah struktur internal sistem reproduksi, termasuk ovarium dan saluran aksesori seks wanita (saluran telur, rahim dan vagina).

### **A. OVARIUM**

Ovarium berpasangan, atau gonad wanita, adalah struktur berbentuk oval di rongga panggul bagian atas. Ovarium dilindungi oleh cangkang keras dan berisi folikel. Setiap folikel mengandung sel telur dan digunakan untuk menyediakan makanan dan melindungi sel telur yang sedang berkembang hingga matang. Kemudian setelah sel telur matang, folikel melepaskannya dari ovarium (ovulasi). Ovarium memiliki dua peran penting dalam reproduksi: produksi gamet betina (oosit, atau telur) dan sekresi beberapa hormon, termasuk estrogen, progesteron, dan inhibin. Mereka adalah organ dinamis di mana jenis dan jumlah hormon, serta tahapan perkembangan oosit, bervariasi sepanjang siklus wanita. Ovarium dipersarafi oleh saraf otonom dan menerima suplai darah yang sangat kaya.



## DAFTAR PUSTAKA

- Baker, M.E., 1995. *Endocrine activity of plant-derived compounds: an evolutionary perspective*. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 208, 131–138.
- Boyer, T.G., Lee, W., 2002. *Breast cancer susceptibility genes*. Sci. Med. 8, 138–149.
- Bukovssky, A., et al., 2005. *Oogenesis in adult mammals, including humans: a review*. Endocrine 26, 301–316.
- D'Angelo, E., Prat, J., 2010. *Uterine sarcomas: a review*. Gynecol. Oncol. 116, 466–472.
- Defelici, M., 2010. *Germ stem cells in the mammalian ovary: considerations by a fan of the primordial stem cells*. Mol. Hum. Reprod.
- Encyclopedia Britannica, Inc (2013). *The Menstrual Cycle*.
- Holmes, M.D., et al., Feb 16, 2010. *Aspirin intake and survival after breast cancer*. J. Clin. Oncol. Johnson, J., et al., 2004. *Germline stem cells and follicular renewal in the postnatal mammalian ovary*. Nature 428, 145–150.
- Knight, P.G., 2012. *Intraovarian roles of activins and inhibins*. Mol. Cell. Endocrinol. 359, 78–84.
- Laloo, F., Evans, D.G., 2012. *Familial breast cancer*. Clin. Genet. 82, 105–114.
- Ma, L., 2009. *Endocrine disruptors in female reproductive tract development and carcinogenesis*. Trends Endocrinol. Metab. 20, 357–363
- McLachlan, J.A., Arnold, S.F., 1996. *Environmental estrogens*. Am. Sci. 84, 452–461.
- Sasson, I.F., Taylor, H.S., 2008. *Stem cells and the pathogenesis of endometriosis*. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1127, 106–115.
- Smith, K.R., et al., 2012. *Effects of BRCA1 and BRCA2 mutations on female fertility*. Proc. R. Soc. B. 279, 1389–1395.
- Short, R.V., 1994. *Human reproduction in an evolutionary context*. In: Campbell, K.L., Wood, J.W. (Eds.), *Human Reproductive Ecology*:

*Interactions of Environment, Fertility, and Behavior*, New York Academy of Sciences, New York, pp. 416–424.

- Soto, A.M., et al., 1994. *The pesticides endosulfan, toxaphene and dieldrin have estrogenic effects on human estrogen-sensitive cells. Environ. Health Perspect.* 102, 380–383.
- Srinivasan, V., et al., 2009. *Melatonin and human reproduction: shedding light on the darkness hormone. Gynecol. Endocrinol.* 25, 779–785.
- Sun, Q.Y., et al., 2009. *Towards a new understanding on the regulation of mammalian meiosis resumption. Cell Cycle* 8, 2741–2747.
- Vrbikova, J., Hainer, V., 2009. *Obesity and polycystic ovary syndrome. Obes. Facts* 2, 26–35.
- Whelan, E.A., et al., 1994. *Menstrual cycle patterns and risk of breast cancer. Am. J. Epidemiol.* 140, 1081–1090.
- Zoumakis, E., et al., 2009. *CRH-like peptides in human reproduction. Curr. Med. Chem.* 16, 4230–4235
- <https://republika.co.id/berita/opfp59359/fakta-penting-seputar-ovarium>
- <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-382184-3.00002-7>
- <https://www.kompas.com/skola/read/2020/12/30/224927769/jelaskan-proses-oogenesis-pada-wanita?page=all>
- <https://www.halodoc.com/artikel/ini-proses-menstruasi-yang-terjadi-pada-wanita-setiap-bulan>
- <https://idschool.net/sma/3-tahapan-oogenesis-pembentukan-sel-telur-wanita/>



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 9: SISTEM SARAF

Ns. Kadek Buja Harditya, S.Kep., M.C.M.

Institut Teknologi dan Kesehatan Bali

---

# BAB 9

## SISTEM SARAF

---

### PENDAHULUAN

Jika ada komponen tubuh yang dapat berperan sebagai pengendali utama, maka komponen tersebut adalah sistem saraf. Fungsinya cukup beragam dan kompleks. Secara struktural, otak dan sumsum tulang belakang, tampak hampir tidak memiliki ciri, dengan konsistensi. Ketika dianalisis dengan alat yang tepat, sistem saraf terdiri dari jaringan jalur seluler dan domain molekuler yang sangat kompleks. Meskipun para ahli saraf telah menguraikan ciri-ciri utama sistem saraf, beberapa pertanyaan terbesar, seperti apa itu sistem saraf, kesadaran atau detail ingatan, masih luput dari perhatian sains kontemporer.

Fungsi sistem saraf sangat banyak sekali. Pada tingkat yang paling sederhana, sistem saraf menerima sinyal dan mengirimkan pesan, namun inti dari sistem saraf adalah apa yang terjadi di antara keduanya. Pos-pos sensorik pada sistem saraf menangkap fitur-fitur lingkungan eksternal dan mengirimkannya ke otak sebagai sinyal listrik yang mengalir melalui serabut saraf sensorik. Serabut saraf ini merupakan komponen saraf perifer, yang berjalan ke seluruh tubuh dan akhirnya memasuki sistem saraf pusat baik sumsum tulang belakang atau otak), di mana serabut tersebut membuat koneksi (sinapsis) dengan serabut saraf lain yang tertanam sepenuhnya di dalam sistem saraf pusat. Berbagai macam saluran (serabut saraf dengan fungsi serupa) di dalam sistem saraf pusat membawa pesan sensorik ke berbagai bagian otak, meskipun sambungan lain dari saluran yang sama bersifat lokal dan berfungsi sebagai refleks langsung. Contoh refleks lokal yang baik adalah tindakan segera menjauhkan jari dari benda panas.

Di dalam otak, masukan sensorik diatur, diintegrasikan dan dikoordinasikan dengan sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan keluaran mulai dari gerakan otot hingga perubahan suasana hati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barrett, K., Barman S.M., Brooks H.L., Yuan J.X. (2019). *Ganong's review of medical physiology* 26<sup>th</sup> edition. United States: McGraw-Hill
- Biga, L. M., Dawson, S., Harwell, A., Hopkins, R., Kaufmann, J., LeMaster, M., ... & Runyeon, J. (2020). *Anatomy & physiology*. United States: Oregon State University.
- Cavagna, G. (2019). *Fundamentals of human physiology*. United States: Springer International Publishing.
- Jacobson, S., Marcus, E. M., & Pugsley, S. (2020). *Neuroanatomy for the Neuroscientist 3<sup>rd</sup> edition*. New York: Springer
- McKinley, M. P., O'Loughlin, V. D., Bidle, T. S., & York, J. (2016). *Anatomy & physiology: An integrative approach* (p. 191). New York: McGraw-Hill Education.
- Moini, J., & Piran, P. (2020). *Functional and clinical neuroanatomy: a guide for health care professionals*. Academic Press.
- Mtui, E., Gruener, G., & Dockery, P. (2020). *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy and Neuroscience E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Patestas, M. A., & Gartner, L. P. (2016). *A textbook of neuroanatomy*. United States: Wiley Blackwell
- Sherwood, L. (2016). *Human physiology: from cells to systems, 9<sup>th</sup> edition*. United States: Cengage Learning
- Van Putte, C. L., Regan, J. L., Russo, A. F., Seeley, R. R., Stephens, T., & Tate, P. (2019). *Seeley's anatomy & physiology*. United States: McGraw-Hill.



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 10: SISTEM ENDOKRIN

Putu Rima Sintyadewi, S.Si., M.Si.

Institut Teknologi dan Kesehatan Bali

---

# BAB 10

## SISTEM ENDOKRIN

---

### PENDAHULUAN

Berbagai bagian dan organ tubuh harus berkomunikasi satu sama lain untuk mempertahankan homeostasis tubuh, sehingga fungsi tubuh dapat berjalan dengan baik. Misalnya, suhu tubuh serta konsentrasi garam dan mineral (elektrolit) dalam darah tidak boleh berfluktuasi melebihi batas yang ditentukan. Komunikasi antara berbagai bagian tubuh juga penting untuk membantu organisme merespon dengan tepat setiap perubahan di lingkungan internal maupun eksternal. Terdapat dua sistem organ yang bertanggung jawab terhadap komunikasi tersebut yaitu sistem saraf dan sistem hormon (endokrin).

Sistem saraf pada umumnya memungkinkan transmisi informasi yang cepat (yaitu dalam sepersekian detik) antara bagian tubuh yang berbeda untuk menghasilkan respon. Efek yang ditimbulkan oleh kerja sistem saraf seringkali singkat, contohnya mekanisme mundurnya (reflek) tangan ketika menyentuh sesuatu yang panas. Sebaliknya, komunikasi hormonal bergantung pada produksi dan pelepasan hormon oleh berbagai kelenjar yang disalurkan melalui pembuluh darah, lebih cocok untuk situasi yang membutuhkan tindakan pengaturan yang lebih luas dan jangka panjang serta efek yang ditimbulkan biasanya lebih bertahan lama daripada efek sistem saraf. Mekanisme kerja sistem endokrin dan sistem saraf saling melengkapi dan berinteraksi. Rangsangan dari sistem saraf dapat mempengaruhi pelepasan hormon tertentu dan begitu juga sebaliknya (Strumhofel and Bartke, 1998)

Sistem endokrin secara umum mengendalikan pertumbuhan, perkembangan, metabolisme tubuh, komposisi dan keseimbangan elektrolit cairan tubuh dan reproduksi. Dalam Bab ini akan dibahas terkait sistem endokrin yang terlibat dalam proses pengaturan tersebut meliputi karakteristik dasar komunikasi yang dimediasi oleh hormon didalam tubuh,

## DAFTAR PUSTAKA

- Blair, S. & Lynette, R. (2021). The Endocrine System (Third Edition). New York: Infobase Holdings.
- Neal, J. Matthew. (2016). How The Endocrine System Works (Second Edition). Hobokaben USA: Wiley & Sons Ltd.
- Strumhofel, S.H & Andrzej, B. (1998). The Endocrine System. Alcohol Health and Res World. 22 (3): 153-164
- Tortota, G.J., & Derrickson, B. (2014). Principles of Anatomy and Physiology (14<sup>th</sup> ed). Hoboken USA: Wiley & Sons Ltd.





# BIOLOGI SISTEM

## BAB 11: BIOLOGI SISTEM IMUN

dr. Lisa Andriani Lienggonegoro, M.Biomed.

Organisasi Riset Kesehatan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

---

# BAB 11

## **BIOLOGI SISTEM IMUN**

---

### **PENDAHULUAN**

Semua sel, molekul, substansi, organ, atau proses yang terlibat dalam mekanisme imun dan bertujuan melindungi pejamu dari ancaman bahaya bakteri, jamur, parasit, virus, sel kanker, toksin disebut sistem imun. Respons sistem yang kolektif dan terorganisasi terhadap masuknya substansi asing tersebut disebut respons imun. Respons imun adalah cara sistem imun mengenali suatu antigen atau substansi yang memiliki potensi bahaya, kemudian mengaktifkan berbagai sel atau mekanisme untuk bertahan, menyerang dan kemudian mengendalikan kondisi pasca terjadinya invasi atau infeksi dan mengakhiri mekanisme serangan tersebut (Abbas et al., 2018; Marshall et al., 2018).

Pada Bab Sistem Imun akan dibahas mengenai fisiologi sistem imun, terutama pada manusia, termasuk komponen sistem imun, sistem imun bawaan dan adaptif, antigen, antibodi dan mekanisme pengenalan antigen hingga fungsi efektor sel limfosit dan kelainan sistem imun. Diharapkan pembaca akan memperoleh tambahan pengetahuan mengenai sistem imun, dan secara khusus mampu menjelaskan mengenai:

1. Komponen sistem imun
2. Mekanisme sistem imun bawaan dan sistem imun adaptif
3. Antigen dan antibodi
4. Mekanisme pengenalan antigen pada sistem imun adaptif
5. Kelainan sistem imun

### **A. KOMPONEN SISTEM IMUN**

Sistem imun harus memiliki kemampuan untuk membedakan properti asing atau properti yang berasal dari dirinya sendiri, serta mampu mengeliminasi berbagai molekul dan substansi asing atau sel yang memiliki potensi bahaya. Sistem imun juga perlu memiliki kapasitas untuk

# DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2018). *Cellular and Molecular Immunology* (9th ed.). Elsevier.
- Andrew, S. N., Naveena, M. L., Sheela, J. M., Gajalakshmi, S., Ramachandran, N., Manimegali, K., Fathima, H. P., & Anwar, P. Z. (2019). Immunology. In *11th Microbiology* (2nd ed., pp. 213–252). State Council of Educational Research and Training, Government of Tamil Nadu.
- Delves, P. J. (2022a). *Acquired immunity*. MSD Manual, Professional Version. <https://www.msmanuals.com/home/immune-disorders/biology-of-the-immune-system/acquired-immunity>
- Delves, P. J. (2022b). *Innate Immunity*. MSD Manual, Professional Version. <https://www.msmanuals.com/home/immune-disorders/biology-of-the-immune-system/innate-immunity#v778726>
- Delves, P. J. (2022c). *Overview of the Immune System*. MSD Manual, Professional Version. <https://www.msmanuals.com/professional/immunology-allergic-disorders/biology-of-the-immune-system/overview-of-the-immune-system>
- Delves, P. J., Martin, S. J., Burton, D. R., & Roitt, I. M. (2006). *Roitt's Essential Immunology* (11th ed.). Blackwell Publishing.
- Harvard College. (2023). *GATA Transcription Factors*. Harvard Catalyst. [https://connects.catalyst.harvard.edu/Profiles/display/Concept/GATA Transcription Factors](https://connects.catalyst.harvard.edu/Profiles/display/Concept/GATA%20Transcription%20Factors)
- Immunopaedia Foundation. (n.d.). *Overview of T cell subsets*. Immunopaedia.Org : The Basics of the Immune System. Retrieved August 28, 2023, from <https://www.immunopaedia.org.za/immunology/basics/5-overview-of-t-cell-subsets/>
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. J. (2001). The components of the immune system. In *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease* (5th ed.). Garland Science. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK27092/>

- Marshall, J. S., Warrington, R., Watson, W., & Kim, H. L. (2018). An introduction to immunology and immunopathology. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*, 14(S2), 49. <https://doi.org/10.1186/s13223-018-0278-1>
- Novotny, A. M. (2018). Fundamentals of Immunology : Innate Immunity and B-cell Function [MOOC study guide]. *Coursera*, 1–124. <https://www.coursera.org/learn/immunologyfundamentalsimmunitybcells/supplement/hnrzs/course-study-guide>
- Parkin, J., & Cohen, B. (2001). An overview of the immune system. *The Lancet*, 357(9270), 1777–1789. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)04904-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04904-7)
- Rosales, C. (2018). Neutrophil: A Cell with Many Roles in Inflammation or Several Cell Types? *Frontiers in Physiology*, 9, 113. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00113>
- Satpathy, A. T., Wu, X., Albring, J. C., & Murphy, K. M. (2012). Re(de)fining the dendritic cell lineage. *Nature Immunology*, 13(12), 1145–1154. <https://doi.org/10.1038/ni.2467>
- Wikipedia contributors. (2023). *Haematopoiesis*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Haematopoiesis&oldid=1172023764>



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 12: BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (LAKI-LAKI)

Ni Wayan Sukma Antari S.Si., M.Si.

Institut Teknologi dan Kesehatan Bali

---

# BAB 12

## **BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (LAKI-LAKI)**

---

### **PENDAHULUAN**

Sistem reproduksi ada hanya untuk tujuan melestarikan spesies. Karena alasan genetik saja, ratusan juta tahun yang lalu, hewan meninggalkan pembelahan sebagai strategi reproduksi dan memilih reproduksi seksual. Perubahan strategi ini mengharuskan evolusi jenis kelamin yang berbeda. Fungsi utama betina adalah menghasilkan telur; fungsi utama pejantan adalah menghasilkan sperma yang membuahi sel telur. Di luar fungsi-fungsi dasar ini, hewan telah mengembangkan beragam strategi luar biasa yang tidak hanya menghasilkan gamet, namun juga menyatukannya.

Salah satu cara reproduksi paling sederhana adalah wanita menghasilkan telur dalam jumlah besar dan kemudian menyebarkannya ke lingkungan perairan yang menguntungkan. Laki-laki kemudian mendistribusikan spermanya di wilayah umum yang sama. Secara kuantitatif, hal ini merupakan cara reproduksi yang sangat tidak efisien, dan pada banyak spesies, peluang 1:1000 untuk menghasilkan telur yang layak akan dianggap baik. Meskipun demikian, strategi reproduksi ini masuk akal bagi banyak spesies perairan. Dengan munculnya vertebrata darat, strategi reproduksi berubah secara dramatis. Fertilisasi internal menghilangkan kebutuhan betina untuk menghasilkan sel telur dalam jumlah besar, meskipun jantan masih perlu mengeluarkan sel sperma dalam jumlah besar untuk menjamin pembuahan. Reptil dan burung bertelur, sehingga peran langsung betina dalam reproduksi berakhir ketika telur yang telah dibuahi dimasukkan ke dalam sarang. Kecuali platipus dan beberapa spesies lainnya, reproduksi mamalia betina tidak berakhir dengan pembuahan. Sebaliknya, proses reproduksi berlanjut seiring dengan perkembangan embrio intrauterin dan tidak berakhir hingga kelahiran. Bahkan setelah lahir, sistem reproduksi pada wanita tetap

## DAFTAR PUSTAKA

- A Hayati, D Winarni, NWS Antari, IN Resita, E Nurul. 2016. *Effects Of Arak Bali Administration on Spermatozoa DNA Fragmentation AND Testosterone Leve; of Rats (Rattus norvegicus)*. Folia Medica Indonesiana Vol 1. (54). Surabaya
- Hayati, A. 2011. *Spermatologi*. LPP Unair: Surabaya
- Koes Irianto. 2014. *Biologi Reproduksi*. Afabeta . Bandung.
- NWS Antari, A Hayati, D Winarni. *Provision of Arak Reduces Spermatozoa Quality of White Rats (Rattus norvegicus)*. 2016. Jurnal Folia Medika Vol 4. (52). Surabaya
- NWS Antari, IAM Damayanti, NT Wulansari. *The Effectiveness Testing of L-carnitine on the Quality of Spermatozoa and Testosterone Hormone in White Rats (Rattus Norvegicus) Feeding with High Fat*. 202. International Journal of Health and Medical Sciences, Vol 1 (4).
- Sherwood, L. 2011. *Fisiologi Manusia: dari sel ke sistem*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Saryono. 2008. *Biokimia Reproduksi, Untuk Kebidanan, Keperawatan, Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat (Kespro)*. Mitra Cendekia Press; yogyakarta.



# BIOLOGI SISTEM

## BAB 13: TANTANGAN DAN TREN DALAM BIOLOGI SISTEM

Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, M.Si.

Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga

---



# BAB 13

## **TANTANGAN DAN TREN DALAM BIOLOGI SISTEM**

---

### **PENDAHULUAN**

Memahami biologi sama artinya dengan mempelajari kehidupan. Pada mulanya, biologi sebagai sebuah ilmu dikenal dengan ilmu hayat. Biologi merupakan ilmu yang mempelajari seluk-beluk makhluk hidup dan berbagai proses kehidupan yang ada di dalamnya. Belajar mengenai ilmu biologi dapat membawa seseorang untuk lebih memaknai hidup sebagai sebuah anugerah kehidupan dari seorang Pencipta yang mampu membuat ada suatu zat menjadi hal yang kompleks dengan segala dinamikanya.

Seiring berjalannya waktu, berkembangnya teknologi, dan semakin bertambahnya keinginan manusia untuk lebih memahami berbagai hal, membawa ilmu biologi menuju level yang lebih tinggi. Berbagai cabang ilmu biologi turut mengalami perkembangan, termasuk biologi sebagai bagian dari suatu sistem dalam lingkup tubuh manusia.

Biologi sistem merupakan gabungan dari berbagai cabang ilmu, misalnya mikrobiologi, biokimia, dan biologi molekuler. Kaitannya dengan manusia, maka biologi sistem sebagai sebuah ilmu akan mempelajari secara holistik manusia sebagai makhluk hidup yang kompleks sebagai sebuah kesatuan sistem. Sebagai suatu kesatuan sistem berarti terjadi saling kait (sangkut-paut) antara suatu bagian tertentu dengan bagian lainnya. Sebagai contoh sederhana dan “klasik” misalnya perubahan reaksi suhu di dalam tubuh dapat terjadi akibat perubahan mekanisme homeostasis karena paparan mikroorganisme patogenik. Tubuh berupaya melawan mikroorganisme penyebab patogen dengan meningkatkan suhu tubuh (yang kemudian dikenal sebagai kondisi demam) dan mengoptimalkan peran sel darah putih (leukosit) untuk melawan patogen melalui mekanisme fagositosis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aniharyati. (2011). *Komunikasi Terapeutik sebagai Sarana Efektif bagi Terlaksananya Tindakan Keperawatan yang Optimal. Jurnal Kesehatan Prima*, 5 (2), 749 – 755.
- Arisman. (2004). *Gizi dalam Daur Kehidupan*. Jakarta: EGC.
- Baturin, A. K., Sorokina, E., Pogozheva, A. V. & Tutel'ian, V. A. Genetic Approaches to Nutrition Personalization (in Russian). (2012). *Vopr. Pitan*, 81, 4 – 11.
- Bischoff, S. C., Barbara, G., Buurman, W., Ockhuizen, T., Schulzke, J. D., Serino, M., Tilg, H., Watson, A. & Wells, J. M. (2014). *Intestinal Permeability - A New Target for Disease Prevention and Therapy. BMC gastroenterology*, 14, 189.
- Br Hasibuan, F. E. & Kolondam, B. J. (2017). *Interaksi antara Mikrobiota Usus dan Sistem Kekebalan Tubuh Manusia. Jurnal Ilmiah Sains*, 17 (1), 35 – 42.
- Citra, D., Gunawan, D., Juffrie, M., Helmyati, S. & Rahayu, E. S. (2022). *Synbiotic (L. Plantarum Dad-13 and Fructo-Oligosaccharide) Powder on Gut Microbiota (L. Plantarum, Bifidobacterium and Enterobacteriaceae) on Stunting Children In Yogyakarta, Indonesia. Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, 10, 371 – 383.
- Fanardy, A. (2020). *Tinjauan Nutrigenomik. CDK*, 47 (2), 134 – 138.
- Fu, J., Bonder, M. J., Cenit, M. C., Tigchelaar, E. F., Maatman, A., Dekens, J. A., Brandsma, E., Marczyńska, J., Imhann, F., Weersma, R. K., Franke, L., Poon, T. W., Xavier, R. J., Gevers, D., Hofker, M. H., Wijmenga, C. & Zhernakova, A. (2015). *The Gut Microbiome Contributes to a Substantial Proportion of the Variation in Blood Lipids. Circulation Research*, 117 (9), 817 – 824.
- Halfvarson, J., Brislawn, C. J., Lamendella, R., Vázquez-Baeza, Y., Walters, W. A., Bramer, L. M., D'Amato, M., Bonfiglio, F., McDonald, D., Gonzalez, A., McClure, E. E., Dunklebarger, M. F., Knight, R. & Jansson, J. K. (2017). *Dynamics of the Human Gut Microbiome in Inflammatory Bowel Disease. Nature microbiology*, 2, 17004.

- Hughes, S. (2023). Seberapa Akurat ChatGPT Mendiagnosis Penyakit? Seorang Dokter Mengujinya. Diakses pada 9 September 2023, dari <https://theconversation.com/seberapa-akurat-chatgpt-mendiagnosis-penyakit-seorang-dokter-mengujinya-205651>.
- Koeth, R. A., Wang, Z., Levison, B. S., Buffa, J. A., Org, E., Sheehy, B. T., Britt, E. B., Fu, X., Wu, Y., Li, L., Smith, J. D., DiDonato, J. A., Chen, J., Li, H., Wu, G. D., Lewis, J. D., Warrier, M., Brown, J. M., Krauss, R. M., Tang, W. H., Bushman, F. D., Lusic, A. J. & Hazen, S. L. (2013). *Intestinal Microbiota Metabolism of L-Carnitine, a Nutrient in Red Meat, Promotes Atherosclerosis*. *Nature medicine*, 19 (5), 576 – 585.
- Lahitani, S. (2021, Maret 4). *Merugikan Relawan, 5 Kasus Uji Klinis yang Berakhir Gagal*. *Liputan 6*. <https://www.liputan6.com/citizen6/read/4498121/merugikan-relawan-5-kasus-uji-klinis-yang-berakhir-gagal?page=6>.
- Manuaba, I. B. G. (2001). *Ilmu Kebidanan, Penyakit Kandungan, dan Keluarga Berencana untuk Pendidikan Bidan*. Jakarta: EGC.
- Marfa, F. P., Yulius, Y., & Halim, B. (2019). *Kampanye Kesadaran Diri Pentingnya Menjaga Kesehatan Mata Sejak Dini Tahun 2018*. *Besaung: Jurnal Seni Desain dan Budaya*, 4 (2), 153 – 158.
- Fukuda, K. (2020). *Science, Technology, and Innovation Ecosystem Transformation Toward Society 5.0*. *International Journal of Production Economics*, 220, 107460.
- Marfuah, Y. (2023). *Advancements dalam Teknik Kultur Syaraf In Vitro, Mengintegrasikan Sistem Biomimetik Tiga Dimensi*. Diakses pada 9 September 2023, dari <https://sohib.indonesiabaik.id/article/advancements-dalam-teknik-kultur-syaraf-in-vitro-0hQ81>.
- Martinez, J. A., Navas-Carretero, S., Saris, W. H. & Astrup, A. (2014) *Personalized Weight Loss Strategies-the Role of Macronutrient Distribution*. *Nat. Rev. Endocrinol*, 10, 749 – 760.
- McFarland, L. V. & Dublin, S. (2008). *Meta-Analysis of Probiotics for the Treatment of Irritable Bowel Syndrome*. *World Journal of Gastroenterology*, 14 (17), 2650 – 2661.
- Mengenal Lebih Jauh tentang Society 5.0*. (2021). Diakses pada 9 September 2023, dari

<https://onlinelearning.binus.ac.id/2021/04/19/mengenal-lebih-jauh-tentang-society-5-0/>.

- Nicholson, J. K., Holmes, E., Kinross, J., Burcelin, R., Gibson, G., Jia, W. & Pettersson, S. (2012). *Host-Gut Microbiota Metabolic Interactions. Science*, 336, 1262 – 1267.
- Nugraha, R. A. (2019). Sosialisasi Manfaat Pemeriksaan Radiologi sebagai Upaya Edukasi Dokter kepada Pasien Penyakit Dalam. Diakses pada 9 September 2023, dari <https://osf.io/jt97a/download/?format=pdf>.
- Nugroho, K. P. A., Merdekawati, W., & Hekakaya, J. M. (2019). *Hubungan Perilaku Makan dan Konsumsi Tablet Fe dengan Kejadian Anemia pada Ibu Hamil di Kabupaten Fakfak, Papua Barat. Journal of Health*, 4 (2), 92 – 99.
- Nur Azza, K. K., Susianti, N. A., Agustin, R. P., Khasanah, U., Andarwanti, L. & Yuniatun, W. (2020). *Efektivitas Lidokain Intravena untuk Mengurangi Nyeri pada Pemberian Drip KCl melalui Akses Vena Perifer. JAI (Jurnal Anestesiologi Indonesia)*, 12 (1), 1 – 15.
- O'Mahony, S. M., Clarke, G., Borre, Y. E., Dinan, T. G. & Cryan, J. F. (2015). *Serotonin, Tryptophan Metabolism and the Brain-Gut-Microbiome Axis. Behavioural Brain Research*, 277, 32 – 48.
- Panagiotou, G. & Nielsen, J. (2009). Nutritional Systems Biology: Definitions and Approaches. *Annu. Rev. Nutr.*, 29: 329 – 339.
- Philips, G. A. & Mulyanti, D. (2023). *Mikrobiota Saluran Cerna dalam Penanganan Masalah Stunting. Detector: Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan*, 1 (2), 182 – 196.
- Pramita, L. L. & Wibawa, A. P. (2022). *Perkembangan Teknologi Kesehatan di Era Society 5.0. Jurnal Inovasi Teknik dan Edukasi Teknologi*, 2 (7), 307 – 313.
- Prasetyaningrum, P. W. & Septisetyani, E. P. (2019). *Teknik Kultur Sel Mamalia Tiga Dimensi (3D) dalam Bioteknologi Kesehatan. BioTrends*, 10 (2), 9 – 17.
- Rahmah, A. A. & Aqli, W. (2020). *Konsep Arsitektur Biomimetik pada Bangunan Oseanarium. Jurnal Teknik Arsitektur (ARTEKS)*, 5 (2), 297 – 306.
- Rajpurkar, P., Chen, E., Banerjee, O. & Topol, E. J. (2022). *AI in Health and Medicine. Nature Medicine*, 28, 31 – 38.

- Revilla, G., Yanwirasti & Indrama, E. (2008). *Efek Imunomodulasi Senyawa Flavonoid Kencur (Kaempferia galanga Linn.) terhadap Kemampuan Mikrobisidal Sel Netrofil secara In Vitro*. *Majalah Kedokteran Andalas*, 1 (32), 29 – 36.
- Seladi-Schulman, J. (2019). *In Vivo vs. In Vitro: What Does It all Mean?*. Diakses pada 9 September 2023, dari <https://www.healthline.com/health/in-vivo-vs-in-vitro>.
- The Associated Press. (1996, April 5). *Student's Death is Linked to an Anesthetic*. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/1996/04/05/nyregion/student-s-death-is-linked-to-an-anesthetic.html>.
- Vatandoost, M. & Litkouhi, S. (2019). *The Future of Healthcare Facilities: How Technology and Medical Advances May Shape Hospitals of the Future*. *Hospital Practices and Research*, 4 (1), 1 - 11.
- Yano, J. M., Yu, K., Donaldson, G. P., Shastri, G. G., Ann, P., Ma, L., Nagler, C. R., Ismagilov, R. F., Mazmanian, S. K. & Hsiao, E. Y. (2015). *Indigenous Bacteria from the Gut Microbiota Regulate Host Serotonin Biosynthesis*. *Cell*, 161 (2), 264 – 276.
- Zhu, W., Wang, Z., Tang, W. H. W. & Hazen, S. L. (2017). *Gut Microbe-Generated Trimethylamine N-Oxide from Dietary Choline is Prothrombotic in Subjects*. *Circulation*, 135 (17), 1671 – 1673.

## **PROFIL PENULIS**

### **Sandriana Juliana Nendissa, S.Pi., M.P.**



Penulis adalah staf pengajar pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura, Ambon. Penulis menyelesaikan pendidikan Strata 1 pada tahun 1998 di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan. Universitas Pattimura, Ambon. Gelar Magister Pertanian berhasil diraih pada tahun 2002 di Program Studi S2, Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Penulis menjadi Dosen di Fakultas Pertanian sejak Januari 2005 sampai sekarang, dan bergabung dengan organisasi PATPI (Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia), LAB (Lactic Acid Bacteria), PERMI (Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia), MAI (Masyarakat Agroforestri Indonesia), MABBI (Masyarakat Bioinformatika Dan Biodiversitas Indonesia). Di saat menulis naskah ini, penulis adalah seorang mahasiswa S3 yang sedang menempuh kuliah pada Sekolah Pascasarjana Program Doktorat, Jurusan Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

### **Veny Usviany, M.Si.**



Penulis lahir di Bandung, 19 Juni 1983. Ia mendapat gelar Sarjana Sains dari Departemen Biologi, Institut Teknologi Bandung pada tahun 2006 dan gelar Master bidang Biologi Farmasi pada tahun 2009 dari Institut Teknologi Bandung. Saat ini aktif sebagai dosen dan peneliti yang terkait dengan herbal, biologi medik dan Biologi Farmasi di Program Studi Farmasi Politeknik Piksi Ganesha. Pengalaman mengajar diimbangi dengan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, yang hasilnya dipublikasikan di jurnal nasional dan internasional. Keaktifan dalam menulis buku memperkaya pengalaman dalam bidang penulisan.

### **Ir. Dessyre M. Nendissa, M.P.**



Penulis saat ini adalah staf pengajar pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura sejak tahun 1992 dan mengampu mata kuliah Mikrobiologi, Mikrobiologi Hasil Perikanan, Pengetahuan Bahan Antimikroba Pangan Ikan, Teknologi Fermentasi dan Teknologi Proses Thermal.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Strata 1 pada tahun 1990 di Program Studi Pengolahan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan Universitas Pattimura, Ambon. Gelar Magister Pertanian diperoleh pada tahun 2005 di Program Studi Pasca sarjana Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

### **Nadya Treesna Wulansari, S.Pd., M.Si.**



Penulis memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi di Universitas Pendidikan Ganesha pada tahun 2013. Lulus Magister Sains dengan konsentrasi Biodiversitas Mikroorganisme di Universitas Udayana pada tahun 2015. Saat ini sebagai dosen di Institut Teknologi dan Kesehatan Bali yang mengampu mata kuliah Mikrobiologi dan Parasitologi, Mikrobiologi Medik,

Mikrobiologi Pangan dan Parasitologi dan Virologi. Pernah memperoleh hibah penelitian DIKTI skema PDP (Penelitian Dosen Pemula) dengan topik riset bidang Mikrobiologi.

### **Theodora Feronica Marlissa, S.Pd.**



Penulis memiliki Riwayat Pekerjaan/profesi penulis (10 Tahun Terakhir): Pengajar SMA Negeri 23 Maluku Tengah (1998 – sekarang). Riwayat Pendidikan di SD Negeri Lilibooi: SMP Negeri Lilibooi: SMA Negeri 2 Ambon: S- 1 FKIP Universitas Pattimura Maluku. Selain riwayat pendidikan yang dijalani, berbagai prestasi yang juga diraih penulis antara lain: Tahun 2019 mengikuti seleksi Guru Berprestasi tingkat Kabupaten Maluku Tengah,



meraih peringkat pertama kemudian lanjut ke tingkat Provinsi dan mendapat peringkat kedua tingkat Provinsi Maluku. Tahun 2021 mengikuti seleksi Calon Pengawas sekolah tingkat Provinsi selanjutnya dinyatakan lulus dan mengikuti Diklat Calon pengawas Sekolah selama 3 bulan. Tahun 2022 mengikuti seleksi Pengajar Praktik Calon Guru penggerak Angkatan 7 Kabupaten Maluku Tengah dan dinyatakan lulus serta melakukan Tugas pendampingan bagi 5 orang Calon Guru Penggerak selama 6 bulan. Mulai dari tahun 2000 membuat penulisan Penelitian Tindakan Kelas setiap 2 tahun berjalan untuk proses kenaikan pangkat sampai dengan tahun 2019. Penerapan Strategi Pembelajaran Inkuiri Jurisprudentional (*Inkuiri Juriprudensial Model*) dalam meningkatkan kemampuan berpikir siswa secara sistematis dan kritis. Penerapan model pembelajaran *snowball throwing* dalam meningkatkan hasil belajar biologi konsep protista pada peserta didik kelas X IPA SMA Negeri 1 Amahai, Penerapan Metode Pembelajaran *Quantum Teaching* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Materi Virus pada siswa kelas X SMA Negeri 1 Amahai.

**Ida Ayu Manik Damayanti, S.Si., M.Si.**



Penulis lahir di Denpasar pada 1 Agustus 1992 dan menetap di Kota Denpasar, Provinsi Bali. Menyelesaikan Pendidikan S1 Program Studi Biologi, Universitas Udayana pada tahun 2014, lulus S2 Program Studi Ilmu Biologi, Universitas Udayana pada tahun 2016. Penulis adalah dosen Fakultas Kesehatan, Institut Teknologi dan Kesehatan Bali dan mengampu mata kuliah Bioteknologi Medik, Farmakologi Terpadu dan Ilmu Biomedik Dasar. Penulis pernah memenangkan hibah penelitian skema Penelitian Dosen Pemula Kemendikbudritek dengan riset pada bidang Bioteknologi Umum. Penulis aktif dalam melakukan riset di bidang biologi yang terkait histopatologi dan pengembangan *herbal medicine* sebagai antioksidan serta antihiperqlikemia. Penulis telah mempublikasikan hasil riset pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional.

## **Ariyani Noviantari, S.Si., M. Biomed.**



Penulis adalah peneliti di Pusat Riset Biomedis, Organisasi Riset Kesehatan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sejak Maret 2022. Sebelumnya penulis merupakan peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan (BTDK), Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan (BKPK) atau sebelumnya bernama Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Balitbangkes), Kementerian Kesehatan RI (Maret 2010 – Februari 2022), dan pernah bekerja sebagai Microbiologist di PT. Universal Robina Corporation (URC) Indonesia (Jack ‘n Jill) (2005–2007), serta GlaxoSmithKline Indonesia (2007-2010). Penulis memiliki Scopus ID 57208311735, Orcid ID 0000-0001-7852-6983, dan Sinta ID 6630099. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 di Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada dengan predikat cum laude, melanjutkan S2 di Program Magister Ilmu Biomedik (PMIB), Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (FKUI), dan saat ini masih menjalankan Pendidikan S3 di Program Doktor Ilmu Biomedik (PDIB) FKUI. Penulis merupakan anggota dari Perhimpunan Periset Indonesia atau sebelumnya disebut Himpunan Peneliti Indonesia (Himpenindo), Asosiasi Sel Punca Indonesia (ASPI), dan Perkumpulan Biologi Medik Indonesia (PBMI), dan pernah menjadi anggota Dewan Redaksi Jurnal Biotek Medisiana Indonesia (2018-2022). Penulis pernah meraih penghargaan sebagai Best Moderated Poster pada *The 4th Annual International Conference and Exhibition on Indonesian Medical Education and Research Institute (ICE on IMERI) 2019*. Penulis telah menerbitkan buku dan artikel ilmiah di beberapa jurnal ilmiah atau prosiding baik nasional dan internasional.

**Anak Agung Istri Mas Padmiswari, S.Si., M.Si.**



Penulis lahir di Tabanan pada tanggal 18 Agustus 1992. Penulis mengawali pendidikan Sarjana pada Program Studi Biologi Universitas Udayana pada tahun 2010, kemudian melanjutkan pendidikan Magister Ilmu Biologi pada tahun 2014. Saat ini penulis bekerja di Institut Teknologi dan Kesehatan Bali. Penulis aktif melakukan penelitian di bidang biologi sel. Penulis mengajar pada mata kuliah biologi sel dan terapannya, mikrobiologi dan parasitology, serta Ilmu Biomedik Dasar. Penulis pernah mendapatkan Hibah Kemenristekdikti.

**Ns. Kadek Buja Harditya, S.Kep., M.C.M.**



Penulis memperoleh gelar Sarjana Keperawatan di Sekolah Tinggi Ilmu dan Kesehatan Bali pada tahun 2016. Lulus Master Chinese Medicine dengan konsentrasi Akupunktur pada bidang neurologi dan ophthalmology di Shanghai University of Traditional Chinese Medicine pada tahun 2020. Saat ini sebagai dosen di Institut Teknologi dan Kesehatan Bali yang mengampu pada mata kuliah Anatomi dan Fisiologi, Diagnosa Akupunktur, Akupunktur Pada Sistem Neurologi, Dasar Neuroakupunktur dan Penatalaksanaan Ilmu Neuroakupunktur.

**Putu Rima Sintyadewi, S.Si., M.Si.**



Alamat Instansi penulis di Jln Tukad Balian No 180, Renon Denpasar, Bali – ITEKES Bali. Bidang Keahliannya di Biologi. Riwayat Pendidikan Tinggi S1 Universitas Udayana, Biologi 2008-2012. S2 Universitas Udayana, Ilmu Biologi 2012-2014. Riwayat Pekerjaan Pengajar di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Kesehatan Gana Husada (2012-2019). Dosen Program Studi Sarjana Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi (2019 – sekarang), Institut Teknologi dan Kesehatan Bali.

**dr. Lisa Andriani Lienggonegoro, M.Biomed.**



Penulis merupakan staf peneliti di Badan Riset dan Inovasi Nasional kelahiran Solo. Penulis menempuh pendidikan sarjana di Fakultas Kedokteran Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta, Kota Surakarta lulus tahun 2005. Penulis melanjutkan pendidikan di Program Magister Ilmu Biomedik FK UI mengambil kekhususan imunologi, lulus pada tahun 2016. Buku yang sudah diterbitkan yaitu *Genetika dan Biologi Reproduksi* (bersama tim penulis Penerbit Widina), tahun 2022.

**Ni Wayan Sukma Antari S.Si., M.Si.**



Penulis adalah dosen di Institut Teknologi dan Kesehatan Bali sejak tahun 2016. Penulis memperoleh gelar Sarjana Biologi dari Universitas Udayana pada tahun 2013. Magister di bidang biologi dari Universitas Airlangga pada tahun 2016. Fokus penelitiannya adalah Andrologi, dan Biologi Sel. Saat ini penulis mengajar pada mata kuliah: Ilmu Biomedik Dasar, Botani Farmasi, Fitokimia, Ilmu Gizi dan Mikrobiologi Medik.

**Kristiawan Prasetyo Agung Nugroho, M.Si.**



Penulis berawal dari lingkup keluarga berlatar belakang bidang perikanan dan keperawatan, sejak masa SMA, penulis lebih tertarik pada bidang ilmu sains khususnya biologi, termasuk hal lainnya yang relevan seperti medis, gizi, dan pangan. Ketertarikan tersebut membawa penulis untuk mendalami ilmu biologi yang dipandang sebagai cikal bakal segala ilmu sains. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan S1 dari Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana pada tahun 2009 dengan peminatan biokimia. Pada tahun 2010, penulis melanjutkan studi pasca sarjana (S2) di Universitas yang sama, yakni Magister Biologi Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Penulis mengabdikan kepada almamater dengan menjadi pengajar di Program Studi Gizi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan,

Universitas Kristen Satya Wacana sejak tahun 2015. Mata kuliah yang diajarkan kepada mahasiswa diantaranya adalah mata kuliah *Biology, Anatomy & Physiology, Biochemistry, Nutrition Ecology*, dan beberapa mata kuliah lainnya. Fokus riset penulis saat ini adalah mengenai gangguan/penyakit metabolik, khususnya obesitas dan mikrobiota saluran cerna.

# BIOLOGI SISTEM

Biologi sistem (*system biology*) secara umum dapat diartikan sebagai ilmu atau pendekatan yang mempelajari tentang komponen biologi yang dapat berupa molekul, sel, organisme atau spesies, dan interaksi antar komponen-komponen tersebut dalam menyusun sistem kehidupan organisme. Biologi adalah ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup. Biologi termasuk salah satu ilmu tertua yang telah dikenal sejak zaman pra sejarah. Ruang lingkupnya sangat luas, karena biologi bukan hanya mempelajari tentang makhluk hidup tetapi juga komponen-komponen kehidupan yang mendukung dan berhubungan dengan makhluk hidup.

Tujuan biologi sistem adalah membangun model perilaku dinamik dari keseluruhan sistem biologis. Model yang baik akan memungkinkan ahli biologi memprediksi bagaimana perubahan pada satu atau lebih variabel akan mempengaruhi komponen lain dan keseluruhan sistem. Dengan demikian pendekatan sistem memungkinkan kita untuk mengajukan jenis-jenis pertanyaan baru. Tujuan biologi sistem adalah menjawab pertanyaan-pertanyaan besar dan urgen yang akan terus muncul. Biologi sistem mempelajari organisme sebagai sistem terintegrasi yang terdiri dari komponen genetik, protein, dan metabolisme yang dinamis dan saling terkait dengan bantuan biologi seperti organ tubuh manusia yang saling membutuhkan.



Penerbit

**widina**

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

ISBN 978-623-459-733-2



9 786234 597332