

EDITOR

Dr. apt. Asriullah Jabbar, S.Si., M.P.H
Jekmal Malau, S.Si., M.Si



FARMAKOLOGI DAN TOKSIKOLOGI

Rahmadhani Tyas Angganawati | Suci Fitriani Sammulia | Yuri Pratiwi Utami

Fika Nuzul Ramadhani | Nur Rasdianah | Juliyanty Akuba | Shinta Sari Dewi | Muzayyidah

Nurshalati Tahar | Erma Mahmiyah | Aprilya Sri Rachmayanti | Reny Haryani | Muhammad Yusuf

FARMAKOLOGI DAN TOKSIKOLOGI

Farmakologi dan Toksikologi merupakan salah satu ilmu yang di pelajari dalam bidang farmasi. Dalam hal ini dipelajari tentang pengaruh senyawa terhadap sel hidup, lewat proses kimia khususnya lewat reseptorserta efek samping yang ditimbulkan terhadap sel hidup. Pengaruh senyawa terhadap sel hidup tersebut salah satunya diakibatkan oleh adanya system saraf otonom.

Buku Farmakologi dan Toksikologi yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 13 bab, yaitu :

- BAB 1 Farmakologi pada Susunan Saraf Pusat
- BAB 2 Farmakologi pada Susunan Saraf Otonom
- BAB 3 Farmakologi pada Sistem Imun dan Autakoid
- BAB 4 Pengertian dan Ruang Lingkup Toksikologi
- BAB 5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Toksistas
- BAB 6 Asas Umum Uji Toksisitas Nasib Zat Racun didalam Tubuh
- BAB 7 Dasar Terapi Antidote
- BAB 8 Mekanisme Aksi, Wujud, dan Sifat Zat Toksik
- BAB 9 Aneka Faktor Intrinsik Zat Beracun
- BAB 10 Tolak Ukur Toksisitas Kualitatif
- BAB 11 Tolak Ukur Toksisitas Kuantitatif
- BAB 12 Toksikologi tentang Pajanan Toksikan
- BAB 13 Toksikodinamik



eureka
media aksara

Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

-  0858 5343 1992
-  eurekaediaaksara@gmail.com
-  Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-120-009-9



9 786231 200099

FARMAKOLOGI DAN TOKSIKOLOGI

apt. Rahmadhani Tyas Angganawati, M.Farm.Klin
apt. Suci Fitriani Sammulia, S.Farm., M.Sc
apt. Yuri Pratiwi Utami, S. Farm., M. Si
apt. Fika Nuzul Ramadhani, M.Sc
Dr. apt. Nur Rasdianah, S.Si., M.Si
apt. Juliyanty Akuba, M.Sc
apt. Shinta Sari Dewi, S.Farm., M.Clin.Pharm
apt. Muzayyidah, S.Farm., M.Si
apt. Nurshalati Tahar, S.Farm., M.Si
drg. Erma Mahmiyah, M.Kes
apt. Aprilya Sri Rachmayanti, M.Farm
apt. Reny Haryani, S.Farm., M.Si
Muhammad Yusuf, S.Farm., M.Sc



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

FARMAKOLOGI DAN TOKSIKOLOGI

Penulis : apt. Rahmadhani Tyas Angganawati, M.Farm. Klin|apt.Suci Fitriani Sammulia, S.Farm., M.Sc|apt. Yuri Pratiwi Utami., S. Farm., M. Si |apt. Fika Nuzul Ramadhani, M.Sc|Dr.apt Nur Rasdianah, S.Si., M.Si|apt. Juliyanty Akuba, M.Sc|apt. Shinta Sari Dewi, S.Farm., M.Clin. Pharm|apt. Muzayyidah, S. Farm., M. Si|apt. Nurshalati Tahar, S.Farm., M.Si|drg. Erma Mahmiyah, M.Kes|apt. Aprilya Sri Rachmayanti M.Farm|apt. Reny Haryani, S.Farm. M.Si|Muhammad Yusuf, S.Farm., M.Sc

Editor : Dr. apt. AsriullahJabbar, S.Si., M.P.H
Jekmal Malau, S.Si., M.Si

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Rizki Rose Mardiana

ISBN : 978-623-120-009-9

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, DESEMBER 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia, dan petunjukNya, buku Farmakologi dan Toksikologi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Farmakologi dan Toksikologi merupakan salah satu ilmu yang dipelajari dalam bidang farmasi. Dalam hal ini dipelajari tentang pengaruh senyawa terhadap sel hidup, lewat proses kimia khususnya lewat reseptor serta efek samping yang ditimbulkan terhadap sel hidup. Pengaruh senyawa terhadap sel hidup tersebut salah satunya diakibatkan oleh adanya sistem saraf otonom

Buku Farmakologi dan Toksikologi yang berada ditangan pembaca ini terdiri dari 13 bab, yaitu :

- BAB 1 Farmakologi pada Susunan Saraf Pusat
- BAB 2 Farmakologi pada Susunan Saraf Otonom
- BAB 3 Farmakologi pada Sistem Imun dan Autakoid
- BAB 4 Pengertian dan Ruang Lingkup Toksikologi
- BAB 5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Toksikitas
- BAB 6 Asas Umum Uji Toksikitas Nasib Zat Racun Didalam Tubuh
- BAB 7 Dasar Terapi Antidote
- BAB 8 Mekanisme Aksi, Wujud, dan Sifat Zat Toksik
- BAB 9 Aneka Faktor Intrinsik Zat Beracun
- BAB 10 Tolak Ukur Toksikitas Kualitatif
- BAB 11 Tolak Ukur Toksikitas Kuantitatif
- BAB 12 Toksikologi tentang Paparan Toksik
- BAB 13 Toksikodinamik

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang mendukung kelancaran penyusunan buku ini, dimulai dari proses penulisan, pencetakan, hingga penerbitan buku. Penulis

menyadari bahwa dalam penulisan buku ini, masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun, kami harapkan dari para pembaca. Akhir kata, penulisan buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada dunia kesehatan khususnya bidang farmakologi dan toksikologi.

Bogor, November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 FARMAKOLOGI PADA SUSUNAN SARAF	
PUSAT	1
A. Komponen Sistem Saraf Pusat (SSP)	1
B. Kanal Ion.....	3
C. Neurotransmitter	6
D. Tipe Neurotransmitter	6
E. Obat-obat pada SSP.....	7
DAFTAR PUSTAKA	20
BAB 2 FARMAKOLOGI PADA SUSUNAN SARAF	
OTONOM	22
A. Pendahuluan.....	22
B. Peran Susunan Saraf Otonom dalam Pengaturan Fungsi Tubuh.....	23
C. Anatomi dan Fisiologi	25
D. Kelompok Obat pada Sistem Saraf Otonom	29
E. Gangguan dan Penyakit pada Sistem Saraf Otonom	36
F. Interaksi Obat	39
G. Tren Terkini dalam Farmakologi Susunan Saraf Otonom.....	41
H. Teknologi dan Metode Terkini dalam Farmakologi untuk Pengobatan Susunan Saraf Otonom	42
DAFTAR PUSTAKA	44
BAB 3 FARMAKOLOGI PADA SISTEM IMUN DAN	
AUTOKOID	46
A. Pendahuluan.....	46
B. Sistem Imun	48
C. Autakoid	63
DAFTAR PUSTAKA	68

BAB 4	PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP	
	TOKSIKOLOGI	71
	A. Pengertian Toksikologi.....	71
	B. Ruang Lingkup Toksikologi	76
	DAFTAR PUSTAKA.....	81
BAB 5	FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI	
	TOKSISITAS	82
	A. Pendahuluan	82
	B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Toksisitas	
	Obat/Bahan.....	83
	DAFTAR PUSTAKA.....	103
BAB 6	ASAS UMUM UJI TOKSISITAS NASIB ZAT	
	RACUN DALAM TUBUH	106
	A. Pendahuluan	106
	B. Uji Toksisitas	107
	DAFTAR PUSTAKA.....	120
BAB 7	DASAR TERAPI ANTIDOTE	122
	A. Pendahuluan	122
	B. Mekanisme Kerja Antidote	123
	C. Pemberian Antidote.....	127
	D. Durasi Terapi Antidote	130
	E. Contoh Antidote	130
	DAFTAR PUSTAKA.....	143
BAB 8	MEKANISME AKSI, WUJUD, DAN SIFAT	
	ZAT TOKSIK	145
	A. Pendahuluan	145
	B. Mekanisme Toksisitas	146
	C. Wujud dan Sifat Zat Toksik	150
	D. Mekanisme Toksisitas Akut.....	153
	E. Mekanisme Toksisitas Subkronik dan Kronik	157
	DAFTAR PUSTAKA.....	161
BAB 9	ANEKA FAKTOR INTRINSIK ZAT BERACUN	162
	A. Pendahuluan	162
	B. Faktor yang Mempengaruhi Toksisitas	163
	C. Kesimpulan	171
	DAFTAR PUSTAKA.....	172

BAB 10	TOLAK UKUR TOKSISITAS KUALITATIF	173
	A. Pendahuluan.....	173
	B. Definisi dan Tujuan Tolak Ukur Toksisitas Kualitatif	173
	C. Konsep Dasar Toksisitas Kualitatif.....	175
	D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Toksisitas	175
	E. Metode Penilaian dan Pengujian Toksisitas Kualitatif	176
	F. Tolak Ukur Toksisitas Kualitatif pada Organ Manusia.....	177
	DAFTAR PUSTAKA	186
BAB 11	TOLAK UKUR TOKSISITAS KUANTITATIF	188
	A. Definisi Toksisitas	188
	B. Parameter Toksisitas (I Made Agus, Rury, 2006)	188
	C. Metode Pengukuran Toksisitas Kuantitatif (Eriadi, A., Arifin,H., 2016).....	190
	D. Parameter Toksisitas Kuantitatif (Depkes, 2018).....	192
	E. Faktor-faktor Penentu Toksisitas (Syamsul, E.S., 2015).....	193
	F. Penilaian Risiko (I Made Agus, Rury, 2006)	195
	DAFTAR PUSTAKA	198
BAB 12	TOKSIKOLOGI TENTANG PAJANAN TOKSIKAN	199
	A. Pendahuluan.....	199
	B. Terminologi dan Toksikologi	200
	C. Pengaruh Paparan Bahan Toksik.....	202
	D. Paparan Toksin pada Manusia.....	204
	DAFTAR PUSTAKA	210
BAB 13	TOKSIKODINAMIK.....	211
	A. Pendahuluan.....	211
	B. Kategori Jenis Paparan.....	212
	C. Fase Eksposisi.....	213
	D. Mekanisme Kerja Toksik	213
	E. Fase Toksikodinamik	214
	F. Toksikodinamik.....	215
	G. Contoh Kasus Toksikodinamik.....	218

DAFTAR PUSTAKA.....	222
TENTANG PENULIS.....	223

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Perbedaan Tipe Kanal Ion	4
Tabel 1. 2	Klasifikasi Neurotransmitter dan Reseptornya*).....	6
Tabel 1. 3	Golongan Obat dan Contoh Obat Sedatif-Hipnotik....	8
Tabel 1. 4	Dosis dan Efek Obat-Obat Sedatif-Hipnotik (Trevor, dkk, 2015; Katzung, dkk, 2021).....	9
Tabel 1. 5	Obat-obat Anti Kejang (Katzung, dkk, 2021).....	11
Tabel 1. 6	Obat-obat Antipsikosis (Katzung, dkk, 2021)	14
Tabel 1. 7	Obat antidepresan (Katzung, dkk, 2021).....	15
Tabel 1. 8	Obat-Obat Golongan Opioid (Nayoan, C R, 2023)	17
Tabel 1. 9	Contoh Obat-Obat Anestesi	18
Tabel 4. 1	Contoh Organ, Toksikan dan Efek yang Ditimbulkan.....	73
Tabel 4. 2	Masalah Kesehatan Akibat Kontaminasi Lingkungan.....	78
Tabel 6. 1	Kriteria Hewan Uji dalam Uji Toksisitas.....	109
Tabel 6. 2	Dosis LD ₅₀ dan Derajat Ketoksikannya	111
Tabel 6. 3	Kriteria Penggolongan Sediaan Uji Bersifat Iritan pada Mata	114
Tabel 6. 4	Skala Magnusson dan Kligman	116
Tabel 7. 1	Rekomendasi Pemberian Antidote (Valento <i>et al.</i> , 2014).....	127
Tabel 7. 2	Contoh Antidote (Pillay, 2008)	139
Tabel 7. 3	Antidote Adjuvant (Pillay, 2008)	141
Tabel 8. 1	Contoh Zat Toksik Berdasarkan Persistensinya	153
Tabel 8. 2	Beberapa Mekanisme Aksi Toksik.....	158
Tabel 10. 1	Gejala Keracunan Beserta Berbagai Penyebabnya ..	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Karakteristik Neuron (Brunton, dkk, 2011)	2
Gambar 1. 2	Mekanisme Obat pada Neurotransmitter (Katzung, 2015).....	5
Gambar 3. 1	Presentasi Antigen oleh APC, MHC dan limfosit T (Kuby-immunol) (Akrom, 2017)	56
Gambar 3. 2	Diagram perkembangan berbagai jenis sel penyusun sistem kekebalan. Sebagian besar, semua jenis sel penyusun sistem kekebalan berasal dari stem sel yang sama. Kemudian, sel stem berkembang menjadi sel progenitor multipoten yang mampu meremajakan dan memperbaiki diri sendiri. Setelah itu, sel stem berkembang menjadi progenitor limfoid dan mieloid (Akrom, 2017)	57
Gambar 3. 3	Tipe Sel Limfosit, Reseptor dan Marker Protein Permukaan (Akrom, 2017)	59
Gambar 3. 4	Struktur Antigen (Abbas. A.K., and Litchman, A.H., 2004).....	62
Gambar 4. 1	Nasib dan Efek Zat Toksik dalam Tubuh	72
Gambar 6. 1	Hewan Uji Tikus dan Mencit yang Biasanya Digunakan untuk Uji Toksisitas Akut.....	109
Gambar 6. 2	Hewan Uji Kelinci pada Uji Toksisitas Akut	114
Gambar 8. 1	Mekanisme Kerja Zat Toksik.....	149
Gambar 8. 2	Hubungan antara Dosis Paparan dan Mekanisme Toksisitas.....	157
Gambar 13. 1	Rantai Proses pada Fase Kerja Toksik dalam Organisme Secara Biologik (Mutschler (1999) dalam Wirasuta dan Niruri, 2007)	215

BAB 1

FARMAKOLOGI PADA SUSUNAN SARAF PUSAT

apt. Rahmadhani Tyas Angganawati, M.Farm.Klin

A. Komponen Sistem Saraf Pusat (SSP)

Sistem Saraf Pusat (SSP) meliputi otak dan sumsum tulang belakang. Otak merupakan pusat koordinasi dalam tubuh, yang terletak di dalam tulang tengkorak dan diselubungi oleh jaringan yang disebut selaput meningen (Meutia, dkk, 2021). Bagian-bagian otak adalah korteks serebral, sistem limbik, diensefalon (terdiri atas talamus dan hipotalamus), mesensefalon, pons, medulla oblongata, serebelum, dan sumsum tulang belakang (Brunton, dkk, 2011).

SSP bertanggungjawab mengintegrasikan informasi sensorik dan menghasilkan keluaran/*output* motorik. Otak manusia tersusun oleh sekitar 100 miliar neuron yang saling terhubung dan dikelilingi oleh sel glia membentuk sirkuit yang mengatur aliran informasi melalui SSP. Otak merupakan organ unik yang sangat terlindungi oleh dua penghalang utama, yaitu *Blood-Brain-Barrier* (BBB) dan *Blood-Cerebro-Spinal-Fluid-Barrier* (BCSFB). Namun, mekanisme BBB dan BCSFB dalam melindungi otak/CSF dari toksin dan patogen ini juga dapat menjadi penghalang dalam sistem penghantaran obat (Kung, 2022). BBB pertama kali ditemukan oleh Paul Ehrlich saat diketahui bahwa jaringan otak tidak menyerap zat pewarna yang diinfuskan ke dalamnya. Hal tersebut didukung oleh percobaan Goldman yang menunjukkan bahwa dengan zat warna yang sama saat diberikan pada cairan serebrospinal,

DAFTAR PUSTAKA

- Angkejaya, Ony Wibriyono. (2018). OPIOID. *Molucca Medica*, 11, 79-95.
- Brunton, L L, Chabner, B A, & Knollmann, B C. (2011). *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basic of Therapeutic* 12th edition. New York: Mc Graw Hill Education.
- Kadry, H, Noorani, B, & Cucullo, L. (2020). A blood-brain barrier overview on structure, function, impairment, and biomarkers of integrity. *Biomedcentral*, 17, 1-24. DOI: 10.1186/s12987-020-00230-3.
- Katzung, B G., & Vanderah, T W. (2021). *Basic & Clinical Pharmacology*. New York: Mc Graw Hill Education.
- Kefauver, J M, Ward, A. B, & Patapoutian, A. (2020). Discoveries in structure and physiology of mechanically activated ion channels. *Nature*, 587, 567-576.
- Kung, Y, Chen, K Y, Liao, W H, Hsu, Y H, Wu, C H, Hsiao, M Y, Huang, A P H, & Chen, W S. (2022). Facilitating drug delivery in the central nervous system by opening the blood-cerebrospinal fluid barrier with a single low energy shockwave pulse. *Biomedcentral*, 19, 1-13. DOI: 10.1186/s12987-021-00303-x.
- Meutia, S, Utami, N, Rahmawati, S, & Himayani, R. (2021). Sistem Saraf Pusat dan Perifer. *Medula*, 11, 306-311.
- Nayoan, C Y, Darni, Z, Masruroh, Sulistyawati, R A, Susanto W H, & Sari P, dkk. (2023). *Perawatan Pasien Kanker*. Sumatera Barat: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Niyonambaza, S.D, Kumar, P, Xing, P, Mathault, J, De Koninck, P, Boisselier, E, Boukadoum, M, & Miled, A. (2019). A Review of Neurotransmitters Sensing Methods for Neuro-Engineering Research. *Appl. Sci.*, 9, 4719.

- Trevor, A J., Katzung, B G., & Kruidering-Hall, M. (2015). *Pharmacology Examination & Board Review*. New York: Mc Graw Hill Education.
- Teleanu, R I, Niculescu, A G, Roza, E, Vladâcenco, O, Grumezescu, A M, & Teleanu, D M. (2022) Neurotransmitters – Key Factors in Neurological and Neurodegenerative Disorders of the Central Nervous System. *International Journal of Molecular Sciences*: 23, 1-24
- Xia, X, Wang, Y, Qin, Y, Zhao, S, & Zheng, J.C. (2022). Exosome: A novel neurotransmission modulator or non-canonical neurotransmitter? *Ageing Res. Rev.* 74, 101558.

BAB 2

FARMAKOLOGI PADA SUSUNAN SARAF OTONOM

apt. Suci Fitriani Sammulia, S.Farm., M.Sc

A. Pendahuluan

Definisi Farmakologi Susunan Saraf Otonom

Farmakologi susunan saraf otonom adalah cabang ilmu farmakologi yang mempelajari interaksi obat dengan sistem saraf otonom. Sistem saraf otonom bertanggung jawab untuk mengatur fungsi tubuh yang tidak terkontrol secara sadar, seperti denyut jantung, fungsi saluran pencernaan, dan fungsi kelenjar. Pemahaman mendalam tentang bagaimana obat berinteraksi dengan komponen-komponen sistem saraf otonom menjadi kunci dalam mengelola berbagai kondisi kesehatan (Goodman and Gilman, 2011).

Konsep Dasar Farmakologi Susunan Saraf Otonom :

1. Sistem Saraf Otonom (SSO) (Brunton, *et.al*, 2011). :
 - a. SSO terdiri dari dua cabang utama, yaitu sistem saraf simpatis dan parasimpatis.
 - b. Sistem saraf simpatis bersifat "fight or flight," meningkatkan aktivitas dan respons tubuh dalam situasi stres.
 - c. Sistem saraf parasimpatis bersifat "rest and digest," menurunkan aktivitas tubuh dan memulihkan kondisi normal setelah stres.

DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association. (2014). 'Diabetes Care, 37(Supplement 1)', S14-S80.
- Bear, M. F., Connors, B. W., and Paradiso, M. A. (2015). 'Neuroscience: Exploring the Brain'. Wolters Kluwer.
- Brunton, L. L., Chabner, B. A., and Knollmann, B. C. (Eds.). (2011). 'Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics (12th ed.)'. McGraw-Hill Education.
- Gilman, S., Wenning, G. K., Low, P. A., Brooks, D. J., Mathias, C. J., Trojanowski, J. Q., and Schatz, I. J. (2008). 'Second consensus statement on the diagnosis of multiple system atrophy. *Neurology*', 71(9), 670-676.
- Goodman, L. S., and Gilman, A. G. (2011). 'Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics'. McGraw-Hill Education.
- Guyton, A. C., and Hall, J. E. (2011). 'Textbook of Medical Physiology'. Saunders.
- Hall, J. E. (2011). 'Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology'. Saunders.
- Jankovic, J., and Tolosa, E. (2007). 'Parkinson's Disease and Movement Disorders'. Lippincott Williams & Wilkins.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., and Jessell, T. M. (2013). 'Principles of Neural Science'. McGraw-Hill Education.
- Katzung, B. G., Masters, S. B., and Trevor, A. J. (2017). 'Basic & Clinical Pharmacology'. McGraw-Hill Education.
- Krassioukov, A., Warburton, D. E., Teasell, R., Eng, J. J., Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence Research Team. (2009). 'A systematic review of the management of autonomic dysreflexia after spinal cord injury'. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(4), 682-695.

- Morrison, S. F., Nakamura, K., and Madden, C. J. (2008). 'Central Control of Thermogenesis in Mammals. *Experimental Physiology*', 93(7), 773–797.
- Ropper, A. H., Samuels, M. A., and Klein, J. P. (2019). *Adams and Victor's Principles of Neurology*. McGraw-Hill Education.
- Rang, H. P., Dale, M. M., Ritter, J. M., and Flower, R. J. (2015). '*Rang & Dale's Pharmacology*'. Elsevier.
- Standring, S. (Ed.). (2016). '*Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*'. Elsevier.
- Squire, L. R., Berg, D., Bloom, F. E., du Lac, S., Ghosh, A., and Spitzer, N. C. (2012). '*Fundamental Neuroscience*'. Academic Press.
- Tack, J., and Camilleri, M. (2012). 'New Developments in the Treatment of Gastroparesis and Functional Dyspepsia'. *Current Opinion in Pharmacology*, 12(6), 699–705.

BAB 3

FARMAKOLOGI PADA SISTEM IMUN DAN AUTOKOID

apt. Yuri Pratiwi Utami, S.Farm., M.Si.

A. Pendahuluan

Farmakologi berasal dari kata Yunani "farmakon", yang berarti "obat" dalam arti sempit. Dalam arti luas, farmakologi mencakup semua zat selain makanan yang dapat mengubah struktur atau fungsi jaringan tubuh. Logos berasal dari kata "ilmu". Farmakologi, oleh karena itu, adalah bidang yang mempelajari bagaimana bahan kimia mempengaruhi sel hidup dan bagaimana sel hidup bereaksi terhadap bahan kimia tersebut. Mempelajari obat-obatan yang berasal dari tanaman dan zat-zat aktifnya, serta dari mineral dan hewan, adalah bagian dari cabang farmakologi. Biofarmasi, penelitian tentang bagaimana pembuatan obat mempengaruhi hasil pengobatan. Kesetaraan terapeutik dari sediaan yang mengandung zat aktif yang sama, ketersediaan hayati obat dalam tubuh untuk diabsorpsi dan melakukan efeknya, dan bentuk sediaan mana obat harus dibuat untuk mencapai efek maksimalnya. Farmakokinetika mempelajari cara obat bekerja, mulai dari saat diberikan, bagaimana ia diserap oleh usus, bagaimana ia masuk ke darah, di mana ia didistribusikan ke jaringan lain, dan bagaimana ia dibuat dan dikeluarkan oleh ginjal.

Farmakodinamika adalah studi tentang bagaimana obat mempengaruhi makhluk hidup, terutama bagaimana obat bekerja, reaksi fisiologi, dan efek terapeutik yang ditimbulkannya. Taksologi adalah disiplin ilmu yang

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas. A.K., Litchman, A.H., 2004. Basic immunology: Functions and disorders of the immune system (2nd ed.) -Biochemistry and Molecular Biology Education - Wiley Online Library [WWW Document]. URL <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bmb.2004.494032069999> (accessed 10.28.23).
- Akrom, A., 2017. MODUL IMUNOFARMAKOLOGI. Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan.
- Baratawidjaja, K.G., 2004. Imunologi Dasar. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas, Jakarta.
- Bettelli, E., Oukka, M., Kuchroo, V.K., 2007. T(H)-17 cells in the circle of immunity and autoimmunity. *Nat. Immunol.* 8, 345–350. <https://doi.org/10.1038/ni0407-345>
- Champe, P.C., 2001. Farmakologi: ulasan bergambar. Edisi ke-2. 2001 / Mycek *et al*, ed. Widya Medika.
- Colombo, M.P., Trinchieri, G., 2002. Interleukin-12 in anti-tumor immunity and immunotherapy. *Cytokine Growth Factor Rev.* 13, 155–168. [https://doi.org/10.1016/s1359-6101\(01\)00032-6](https://doi.org/10.1016/s1359-6101(01)00032-6)
- Couper, K.N., Blount, D.G., Riley, E.M., 2008. IL-10: the master regulator of immunity to infection. *J. Immunol. Baltim. Md* 1950 180, 5771–5777. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.180.9.5771>
- Culotta, E., Koshland, D.E., 1992. NO news is good news. *Science* 258, 1862–1865. <https://doi.org/10.1126/science.1361684>
- Curiel, T.J., 2007. Tregs and rethinking cancer immunotherapy. *J. Clin. Invest.* 117, 1167–1174. <https://doi.org/10.1172/JCI31202>
- Das, S., Bordoloi, R., Newar, N., 2014. A Review on Immune Modulatory Effect of Some Traditional Medicinal Herbs.

- Dikshit, M., 2000. PHARMACOLOGY OF AUTACOIDS. *Indian J. Pharmacol.* 32.
- Dunn, G.P., Bruce, A.T., Ikeda, H., Old, L.J., Schreiber, R.D., 2002. Cancer immunoediting: from immunosurveillance to tumor escape. *Nat. Immunol.* 3, 991–998. <https://doi.org/10.1038/ni1102-991>
- Dunn, G.P., Koebel, C.M., Schreiber, R.D., 2006. Interferons, immunity and cancer immunoediting. *Nat. Rev. Immunol.* 6, 836–848. <https://doi.org/10.1038/nri1961>
- Firdaus, B., 2006. *At a Glance Farmakologi Medis.*
- Harti, A.S., 2013. *Imunologi Dasar dan Imunologi Klinik*, 2nd ed. Graha Ilmu, Jakarta.
- Kim, R., Emi, M., Tanabe, K., 2007. Cancer immunoediting from immune surveillance to immune escape. *Immunology* 121, 1–14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2567.2007.02587.x>
- Kresno, S.B., 2010. *Imunologi: diagnosis dan prosedur laboratorium [WWW Document]. Univ. Indones. Libr. URL <https://lib.ui.ac.id> (accessed 10.28.23).*
- Lin, W.-W., Karin, M., 2007. A cytokine-mediated link between innate immunity, inflammation, and cancer. *J. Clin. Invest.* 117, 1175–1183. <https://doi.org/10.1172/JCI31537>
- Mutschler, E., Ranti, A.S., Widiyanto, M.B., 1991. *Dinamika obat: buku ajar farmakologi dan toksikologi.* Penerbit ITB.
- Nagarathna, P.K.M., Reena, K., Reddy, S., Wesley, J., 2013. Review on immunomodulation and immunomodulatory activity of some herbal plants. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 22, 223
- NIAID, NCI, 2003. *Understanding the Immune System: How it works.* NIH Publ.
- Parslow, T.G., Stites, D.P., Terr, A.I., Imboden, J.B., 2001. *Medical Immunology.* McGraw Hill Professional.

Roshan, N., Savitri, P., 2013. Review on Chemical Constituents and Parts of Plants as Immunomodulators.

BAB 4

PENGERTIAN DAN RUANG LINGKUP TOKSIKOLOGI

apt. Fika Nuzul Ramadhani, M.Sc.

A. Pengertian Toksikologi

Toksikologi dapat didefinisikan sebagai cabang ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan racun. Racun dapat didefinisikan sebagai zat yang menyebabkan efek berbahaya bila diberikan pada organisme hidup, baik secara sengaja maupun tidak disengaja (Hodgson, 2010).

Toksikologi mempelajari agen yang bertanggung jawab atas efek samping, mekanisme yang terlibat, kerusakan yang mungkin terjadi, metodologi pengujian untuk menentukan tingkat kerusakan, dan cara untuk menghindari atau memperbaikinya. Toksikologi secara tradisional dikaitkan dengan paparan bahan kimia, seperti efek obat-obatan, bahan kimia industri, pestisida, bahan tambahan makanan, produk rumah tangga, dan produk perawatan pribadi (NLM, 2019).

Toksikan adalah bahan kimia alami atau buatan yang dapat mengubah aktivitas molekuler dan fisiologis normal suatu sistem biologis dan dapat menyebabkan kematian. Toksikan terdiri dari bentuk padat, cair dan gas. Sianida merupakan salah satu contoh toksikan. Dosis dari toksikan menentukan efek toksik dari racun tersebut. Selain itu, waktu pemaparan dan mekanisme kerja toksikan juga berperan penting dalam menentukan nasib racun dalam individu tersebut (Shea, 2004).

DAFTAR PUSTAKA

- Djuric, D. (2015). *Chapter 33: Toxicology: Toxicokinetics. Encyclopaedia of occupational health and safety*. International Labour Office.
- Drummer, O. (2010). *Forensic toxicology*. 579–603.
- Hodgson, E. (Ed.). (2010). *A textbook of modern toxicology* (4th ed). John Wiley & Sons.
- NLM. (2019). Collection Development Guidelines of the National Library of Medicine. *National Library of Medicine (US)*.
- Pinky, D., Yasha, Y., Tamanna, K., & Vineeta, S. (2021). *TOXICOLOGY*.
- Shea, D. (2004). Transport and Fate of Toxicants in the Environment. Dalam E. Hodgson (Ed.), *A Textbook of Modern Toxicology* (1 ed., hlm. 479–499). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0471646776.ch27>
- Tomassoni, A. J., French, R. N. E., & Walter, F. G. (2015). Toxic Industrial Chemicals and Chemical Weapons. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 33(1), 13–36. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2014.09.004>

BAB 5

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TOKSISITAS

Dr. apt. Nur Rasdianah, S.Si., M.Si.

A. Pendahuluan

Toksistas merupakan kemampuan suatu bahan kimia untuk menyebabkan efek buruk ketika organisme terkena bahan kimia tersebut (Hodgson, 2015). Kemampuan suatu zat untuk menyebabkan efek berbahaya jika diberikan, baik secara kebetulan atau disengaja, pada organisme hidup (Hodgson, 2010). Efek toksik adalah efek buruk atau merugikan yang ditimbulkan oleh penggunaan atau pajanan terhadap agen, bahan kimia, atau toksikan. Efek yang ditimbulkan bervariasi, mulai dari keluhan ringan seperti gatal atau sakit kepala hingga kondisi berbahaya seperti kematian. Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi efek toksik, seperti dosis agen atau toksikan. Efek toksik pajanan agen terhadap sistem biologis akan muncul bila agen atau hasil biotransformasinya telah mencapai organ target dengan konsentrasi dan waktu yang cukup untuk memunculkan efek tersebut.

Berbagai faktor fisiologis seperti usia, korelasi dosis-waktu, waktu pemaparan, posisi nutrisi, jenis kelamin, jenis kelamin, dan kondisi hormonal bertanggung jawab untuk menginduksi toksistas bahan kimia/obat. Faktor-faktor ini menentukan nasib obat dan mempengaruhi parameter farmakologis dan toksikologi yang mengontrol metabolisme, penyerapan, distribusi, dan ekskresi obat dalam tubuh. Metabolisme dianggap sebagai salah satu faktor penting

DAFTAR PUSTAKA

- Aging, N.R.C. (US) C. on C.T. and, 1987. Principles of Toxicology in the Context of Aging, in: Aging In Today's Environment. National Academies Press (US).
- Aldridge, J.E., Gibbons, J.A., Flaherty, M.M., Kreider, M.L., Romano, J.A., Levin, E.D., 2003. Heterogeneity of Toxicant Response: Sources of Human Variability. *Toxicol. Sci.* 76, 3–20. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfg204>
- Anafi, R.C., Francey, L.J., Hogenesch, J.B., Kim, J., 2017. CYCLOPS reveals human transcriptional rhythms in health and disease. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 114, 5312–5317. <https://doi.org/10.1073/pnas.1619320114>
- Ayyar, V.S., Sukumaran, S., 2021. Circadian rhythms: influence on physiology, pharmacology, and therapeutic interventions. *J. Pharmacokinet. Pharmacodyn.* 48, 321–338. <https://doi.org/10.1007/s10928-021-09751-2>
- Bernard, A., 2008. Cadmium & its adverse effects on human health. *Indian J. Med. Res.* 128, 557–564.
- Brown, L.A., Fisk, A.S., Potheary, C.A., Peirson, S.N., 2019. Telling the Time with a Broken Clock: Quantifying Circadian Disruption in Animal Models. *Biology* 8, 18. <https://doi.org/10.3390/biology8010018>
- Bruckner, J.V., Ramanathan, R., Lee, K.M., Muralidhara, S., 2002. Mechanisms of circadian rhythmicity of carbon tetrachloride hepatotoxicity. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 300, 273–281. <https://doi.org/10.1124/jpet.300.1.273>
- Čolović, M.B., Krstić, D.Z., Lazarević-Pašti, T.D., Bondžić, A.M., Vasić, V.M., 2013. Acetylcholinesterase Inhibitors: Pharmacology and Toxicology. *Curr. Neuropharmacol.* 11, 315–335. <https://doi.org/10.2174/1570159X11311030006>
- Dong, D., Yang, D., Lin, L., Wang, S., Wu, B., 2020. Circadian rhythm in pharmacokinetics and its relevance to chronotherapy.

- Biochem. Pharmacol. 178, 114045.
<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2020.114045>
- Dridi, I., Ben-Cherif, W., Haouas, Z., Aouam, K., Ben-Attia, M., Reinberg, A., Boughattas, N.A., 2015. Gastrointestinal toxicity of mycophenolate mofetil in rats: Effect of administration time. *Chronobiol. Int.* 32, 1373–1384.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2015.1082481>
- El-Esawi, M.A., 2018. *Circadian Rhythm: Cellular and Molecular Mechanisms*. BoD – Books on Demand.
- Erkekoglu, P., Baydar, T., 2012. Chronopharmacodynamics of drugs in toxicological aspects: A short review for clinical pharmacists and pharmacy practitioners. *J. Res. Pharm. Pract.* 1, 41–47. <https://doi.org/10.4103/2279-042X.108369>
- Guengerich, F.P., 2022. Inhibition of Cytochrome P450 Enzymes by Drugs – Molecular Basis and Practical Applications. *Biomol. Ther.* 30, 1–18. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2021.102>
- Hodgson, E., 2015. *Dictionary of Toxicology*.
- Hodgson, E. (Ed.), 2010. *A textbook of modern toxicology*, 4th ed. ed. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
- Hoyer, P.B., 2001. Reproductive toxicology: current and future directions. *Biochem. Pharmacol.* 62, 1557–1564.
[https://doi.org/10.1016/s0006-2952\(01\)00814-0](https://doi.org/10.1016/s0006-2952(01)00814-0)
- Idle, J.R., Gonzalez, F.J., 2007. Metabolomics. *Cell Metab.* 6, 348–351.
<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2007.10.005>
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B., Beeregowda, K.N., 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip. Toxicol.* 7, 60–72.
<https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009>
- Kurniawidjaja, L.M., Lestari, F., Tejamaya, M., Ramdhan, D.H., 2021. *Konsep Dasar Tokikologi Industri*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

- Leng, Y., Musiek, E.S., Hu, K., Cappuccio, F.P., Yaffe, K., 2019. Association between circadian rhythms and neurodegenerative diseases. *Lancet Neurol.* 18, 307–318. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30461-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30461-7)
- Li, H., He, J., Jia, W., 2016. The influence of gut microbiota on drug metabolism and toxicity. *Expert Opin. Drug Metab. Toxicol.* 12, 31–40. <https://doi.org/10.1517/17425255.2016.1121234>
- Liu, J., Li, H., Xu, S., Xu, Y., Liu, C., Liu, J., Li, H., Xu, S., Xu, Y., Liu, C., 2018. Circadian Clock Gene Expression and Drug/Toxicant Interactions as Novel Targets of Chronopharmacology and Chronotoxicology, in: *Circadian Rhythm - Cellular and Molecular Mechanisms*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.74597>
- Lu, Y.-F., Jin, T., Xu, Y., Zhang, D., Wu, Q., Zhang, Y.-K.J., Liu, J., 2013. Sex Differences in the Circadian Variation of Cytochrome P450 Genes and Corresponding Nuclear Receptors in Mouse Liver. *Chronobiol. Int.* 30, 1135–1143. <https://doi.org/10.3109/07420528.2013.805762>
- Mattis, J., Sehgal, A., 2016. Circadian Rhythms, Sleep, and Disorders of Aging. *Trends Endocrinol. Metab. TEM* 27, 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2016.02.003>
- National Research Council (US) Subcommittee on Acute Exposure Guideline Levels, 2002. *Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Volume 2*. National Academies Press (US), Washington (DC).
- Tahara, Y., Shibata, S., 2016. Circadian rhythms of liver physiology and disease: experimental and clinical evidence. *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.* 13, 217–226. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2016.8>
- Zhou, L., Zhang, Z., Nice, E., Huang, C., Zhang, W., Tang, Y., 2022. Circadian rhythms and cancers: the intrinsic links and therapeutic potentials. *J. Hematol. Oncol.* 15, 21. <https://doi.org/10.1186/s13045-022-01238-y>

BAB 6

ASAS UMUM UJI TOKSISITAS NASIB ZAT RACUN DALAM TUBUH

apt. Juliyanty Akuba, M.Sc

A. Pendahuluan

Racun yang berarti “toxic”, di Yunani memiliki arti panah. Yang biasanya dipakai sebagai senjata pada saat masa - masa peperangan, yang anak panahnya mengandung racun. Efek yang tidak diinginkan tersebut dalam hal ini (toksik) disebabkan adanya racun (tokson) yang dikenal sebelum peradaban manusia. Toksisitas sendiri memiliki istilah relative yang sering digunakan sebagai pembandingan antara zat kimia. Adanya sifat berbahaya/efek farmakologi akan muncul jika adanya interaksi yang terjadi antara zat kimia (seperti tokson, beberapa zat aktif biologis) dengan reseptor. Dua komponen yang harus dipertimbangkan adanya interaksi yang terjadi antara zat kimia organisme yang hidup, dimana kerja dari farmakon dari organisme (aspek farmakokinetik/toksokinetik), (Wirasuta dan Niruri, 2007).

Ilmu toksikologi sendiri sering didukung oleh beberapa bidang ilmu diantaranya pada bidang ilmu dasar diantaranya ilmu kimia, pada ilmu biologi, ilmu fisika bahkan pada ilmu matematika. Untuk mengetahui jumlah tokson sendiri dibutuhkan ilmu Kimia analisis Kimia untuk melihat bagaimana ikatan dengan reseptor yang menyebabkan efek toksik. Bidang ilmu yang paling berkaitan dan saling berkesinambungan ialah farmakologi. Bidang ilmu farmakologi sendiri tidak hanya mempelajari efek yang bermanfaat, akan

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2014, Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 7 Tahun 2014 tentang Pedoman Uji Toksisitas Nonklinik secara In Vivo, BPOM RI, Jakarta.
- BPOM, 2014, Mewaspada Bahaya Keracunan Akibat Penggunaan Pengawet Nitrat dan Nitrit pada Daging Olahan, Artikel Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, <http://ik.pom.go.id/v2014/artikel/Penggunaan-PengawetBerlebih-pada-Daging-Olahan.pdf>
- Casarett, J. Louis and Doull John, 1975, Toxicology, The Basic Science of Poison, Macmillan Publishing Co., Inc, New York.
- Frank Lu.C., 1994, Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko, Edisi Kedua, UI Press, Jakarta.
- Hodgson, Ernest, 2004, A Textbook of Modern Toxicology, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
- Jacobson-Kram, Keller, K.A., 2001, Toxicology Testing Handbook, Ork Basel, Washington DC.
- Loomis T.A., 1987, Essential of Toxicology, 3rd Edition, Lea & Febiger, Philadelphia.
- Meles D.K., 2010, Peran Uji Praktikum dalam bidang Farmakologi, Pidato Ilmiah, Pengukuhan Guru Besar Bidang Farmakologi dan Toksikologi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Nurlaila, Donatus I.A., Sugiyanto, Wahyono D., Suhardjono D., 1992, Petunjuk Praktikum Toksikologi, 1st Edition, 119 Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi Farmasi UGM, Yogyakarta.
- Truhaut R, 1974. *Ecotoxicologie et protection de l'environnement*, Abst. Col 'Biologie et devenir de l'homme', PP. 102-121, MacGraw-Hill-Ediscience.

Wirasuta I Made Agus dan Niruri Rasmaya., 2007. " Toksikologi Umum". Bali: FMIPA UDAYANA.

BAB 7

DASAR TERAPI ANTIDOTE

apt. Shinta Sari Dewi, S. Farm., M. Clin.Pharm.

A. Pendahuluan

The International Program of Chemical Safety menjelaskan bahwa antidote sebagai agen terapeutik yang melawan reaksi toksik suatu obat atau toksin. Secara umum, antidote agen yang memodifikasi kinetika zat beracun atau mengganggu efeknya pada lokasi reseptor. Reaksi ini disebabkan karena pencegahan penyerapan, pengikatan, dan netralisasi racun secara langsung, antagonisme terhadap efek akhir pada organ, atau penghambatan konversi menjadi metabolit yang lebih toksik. Keamanan suatu bahan kimia ditentukan oleh indeks atau rasio terapeutiknya (TD_{50}/ED_{50}), yaitu rasio dosis toksik (TD) atau dosis mematikan (LD) terhadap dosis efektif (ED). Semakin besar indeks terapi, semakin aman penggunaan obat tersebut (Chacko, 2019).

Antidote memiliki peran penting dalam pengobatan keracunan dengan cara khusus menargetkan zat berbahaya yang terlibat. Antidote memberikan efeknya dengan mengubah sifat zat beracun di dalam tubuh, baik dengan mempengaruhi pergerakannya atau meningkatkan eliminasinya. Hal ini juga dapat melibatkan gangguan pada zat beracun berinteraksi dengan reseptor, yang pada akhirnya memberikan hasil yang lebih baik dalam kasus keracunan (Kobylarz *et al.*, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Berghem, L. *et al.* (1980) 'Plasma atropine concentrations determined by radioimmunoassay after single-dose I.V. and I.M. administration', *British Journal of Anaesthesia*, 52(6), pp. 597–601. Available at: <https://doi.org/10.1093/bja/52.6.597>.
- Bindon, M.J. and Barlotta, K. (2009) 'Glucagon treatment for bradycardia and a junctional rhythm caused by excessive beta-blockade', *Resuscitation*, p. 1327. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.08.002>.
- Brubacher, J.R. (2015) 'β-Adrenergic Antagonists', in R.S. Hoffman *et al.* (eds) *Goldfrank's Toxicologic Emergencies, 10e*. New York, NY: McGraw-Hill Education. Available at: [accessemergencymedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1108431002](https://www.accessemergencymedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1108431002).
- Caulfield, M.P. and Birdsall, N.J.M. (1998) *International Union of Pharmacology. XVII. Classification of Muscarinic Acetylcholine Receptors a*.
- Chacko, B. (2019) 'Antidotes in poisoning', *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 23, pp. S241–S249. Available at: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-23310>.
- Cobaugh, D.J. *et al.* (1999) 'A comparison of the bioavailabilities of oral and intravenous ethanol in healthy male volunteers', *Academic Emergency Medicine*, 6(10), pp. 984–988. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1999.tb01179.x>.
- Engelbrechtsen, K.M. *et al.* (2011) 'High-dose insulin therapy in beta-blocker and calcium channel-blocker poisoning', *Clinical Toxicology*, pp. 277–283. Available at: <https://doi.org/10.3109/15563650.2011.582471>.
- Hall, A.H. *et al.* (1986) 'Clinical toxicology of cyanide: North American clinical experiences', *Annals of Emergency Medicine*, 15(1), pp. 93–94. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(86\)80510-8](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(86)80510-8).

- Hantson, P. and Beauloye, C. (2012) 'Myocardial metabolism in toxin-induced heart failure and therapeutic implications', *Clinical Toxicology*, 50(3), pp. 166–171. Available at: <https://doi.org/10.3109/15563650.2012.658472>.
- Karami, M., Reza Abdollahzadeh Estachri, M. and karami, M. (2015) 'Principles of Toxicotherapy: General & Special Therapy', *Scholars Academic Journal of Pharmacy (SAJP)*, 4(3), pp. 153–156. Available at: www.saspublisher.com.
- Kobylarz, D. *et al.* (2023) 'Antidotes in Clinical Toxicology Critical Review', *Toxics*, 11(9), p. 723. Available at: <https://doi.org/10.3390/toxics11090723>.
- Nelson, L.S. *et al.* (2019) 'Glucagon', in *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*, 11e. New York, NY: McGraw-Hill Education. Available at: accesspharmacy.mhmedical.com/content.aspx?aid=1162999800.
- Pillay, V. V (2008) 'Current Views on Antidotal Therapy in Managing Cases of Poisoning and Overdose', *Journal of the Association of Physicians of India*, 56, pp. 881–892. Available at: www.japi.org.
- Valento, M. *et al.* (2014) 'Antidotes For Overdose: Timely And Effective Counteraction', *EB Medicine*, 4(4), pp. 1–16. Available at: www.guideline.gov.
- Verbrugge, L.B. and van Wezel, H.B. (2007) 'Pathophysiology of Verapamil Overdose: New Insights in the Role of Insulin', *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 21(3), pp. 406–409. Available at: <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2007.01.009>.

BAB 8

MEKANISME AKSI, WUJUD, DAN SIFAT ZAT TOKSIK

apt. Muzayyidah, S. Farm., M. Si.

A. Pendahuluan

Toksikologi adalah bidang ilmu yang berkaitan dengan racun. Racun dapat didefinisikan sebagai zat apapun yang menyebabkan dampak berbahaya pada makhluk hidup, baik secara tidak sengaja atau disengaja. Toksikologi juga mencakup studi efek berbahaya dari fenomena fisik, seperti radiasi, kebisingan, dan sebagainya. Namun, dalam praktiknya, banyak masalah muncul di luar definisi sederhana ini, baik dalam menentukan definisi racun maupun dalam mengukur dampak racun.

Racun, juga dikenal sebagai zat toksik, memiliki karakteristik biologis kualitatif karena suatu senyawa yang beracun bagi suatu spesies atau strain genetik tertentu, mungkin tidak beracun bagi spesies atau strain genetik lainnya. Misalnya, meskipun karbon tetraklorida memiliki efek hepatotoksik yang kuat pada banyak spesies, namun ayam tidak terlalu terpengaruh oleh zat tersebut.

Pengukuran toksisitas juga merupakan sesuatu yang kompleks. Toksisitas dapat bersifat akut atau kronis, dan bervariasi dari satu organ ke organ lainnya, serta bergantung pada usia, genetik, jenis kelamin, pola makan, kondisi fisiologis, dan status kesehatan organisme. Dari keseluruhan variabel tersebut, variasi genetik merupakan komponen paling penting pada manusia, berbeda dengan hewan percobaan yang memiliki

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, D.J. (2016) *Toxic Trauma: A Basic Clinical Guide*. 2nd edn. Switzerland: Springer International.
- Berniyanti, T. (2018) *Biomarker Toksisitas: Paparan Logam Tingkat Molekuler*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Greguz, Z. (2010) 'Mechanisms of Toxicity', in C.D., W.J.B. Klaassen (ed.) *Casarett & Doull's Essentials of Toxicology*. 2nd edn. McGraw-Hill Education.
- Hodgson, E. (2010) *A Textbook of Modern Toxicology*. 4th edn. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Lee, B.-M., Kacew, S. and Kim, H.S. (2018) *Lu's Basic Toxicology: Fundamentals, Target Organs, and Risk Assessment*. 7th edn. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Stellman, J.M. et al. (1998) 'Mechanisms of Toxicity', *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*. 4th edn. Edited by C. Dufresne. Geneva: International Labour Office.

BAB 9

ANEKA FAKTOR INTRINSIK ZAT BERACUN

apt. Nurshalati Tahar, S.Farm., M.Si

A. Pendahuluan

Memahami dampak berbahaya bahan kimia atau xenobiotik terhadap makhluk hidup dikenal dengan istilah toksikologi (Loomis, 1978). Sistem biologis mungkin dirugikan oleh faktor-faktor ini. Secara umum, suatu bahan kimia dianggap beracun jika memiliki kapasitas untuk memberikan dampak negatif terhadap proses biologis tertentu dalam suatu organisme. Jumlah, konsentrasi racun di tempat kerja, jenis zat, keadaan organisme atau sistem bioorganisme, paparan terhadap organisme, dan jenis dampak yang ditimbulkan semuanya mempengaruhi kualitas berbahaya suatu senyawa. Sebaliknya, toksisitas mengacu pada kemampuan zat asing atau xenobiotik untuk membahayakan organisme ketika digunakan atau terpapar di lingkungan. Ilmu pengetahuan tentang dampak bahan kimia terhadap sistem biologis dikenal sebagai toksikologi, dan ilmu ini terbagi menjadi tiga bidang utama:

1. Toksikologi lingkungan

Toksikologi lingkungan terutama berkaitan dengan dampak berbahaya dari bahan kimia yang mungkin bersentuhan dengan manusia secara tidak sengaja saat bekerja atau bermain, di udara, dalam makanan yang secara alami mengandung senyawa beracun atau residu kimia, atau dalam air yang mengandung kontaminan biologis atau kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Fausto, M. K. (2006). *Buku Saku Dasar Patologis Penyakit*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Loomis, T. (1978). *Essentials of Toxicology. 3rd Ed.* Philadelphia: Lea & Febiger.
- Nugroho, A. E. (2012). *Farmakologi* . Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Priyanto. (2010). *Toksikologi; Mekanisme, Terapi Antidotum dan Penilaian Resiko*. Depo Jawa Barat: Lembaga Studi dan Konsultasi Farmakologi.
- Wirasuta, I. M. (2006). *Toksikologi Umum*. Bali: Universitas Udayana.

BAB

10

TOLAK UKUR TOKSISITAS KUALITATIF

drg. Erma Mahmiyah, M.Kes

A. Pendahuluan

Toksisitas merujuk pada kemampuan suatu zat untuk menyebabkan efek negatif pada organisme hidup. Toksisitas dapat didefinisikan secara kualitatif maupun kuantitatif. Dalam bidang toksikologi, salah satu aspek penting yang harus dipahami adalah toksisitas kualitatif, yaitu kemampuan suatu zat untuk memiliki sifat toksik atau tidak tanpa memperhatikan dosisnya. Untuk mengevaluasi toksisitas kualitas, diperlukan tolak ukur yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan tingkat bahaya suatu zat terhadap lingkungan dan Kesehatan manusia. Dalam bab ini, kita akan fokus pada toksisitas kualitatif, yang menggambarkan apakah suatu zat mengakibatkan efek negatif terhadap organisme.

B. Definisi dan Tujuan Tolak Ukur Toksisitas Kualitatif

Toksisitas kualitatif mengacu pada kemampuan suatu zat untuk menyebabkan efek negatif pada organisme hidup tanpa mempertimbangkan dosisnya. Dalam konteks toksisitas, kualitatif berarti kita hanya memperhatikan apakah suatu zat memiliki sifat toksik atau tidak, tanpa memperhatikan seberapa berbahayanya zat tersebut pada dosis tertentu. Dalam penilaian toksisitas kualitatif, kita mencoba mengidentifikasi apakah suatu zat memiliki potensi untuk menyebabkan efek merugikan pada organisme hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2018) *Principles of Toxicology*. Diakses dari <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>
- American Heart Association (2021) *Electrocardiogram (EKG or ECG)*. Retrieved from [<https://www.heart.org/en/health-topics/heart-attack/diagnosing-a-heart-attack/electrocardiogram-ecg-or-ekg>]
- Brian L.,*et al* (2019) Standardization of Spirometry 2019 Update An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society. *Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* Volume 200 Number 8
- Dalal KK et.al (2017) Ayurvedic drug induced liver injury. *World Journal of Hepatology*. Volume 9 Number 31
- Damayanti,E. dkk (2023) Kejadian Drug Induced Renal Disease pada Pasien Pediatri. *JK Unila* Volume 7 Nomor 1 hal.25-32
- David S.,and Hamilton J.P. (2010) Drug-induced Liver Injury. *US Gastroenterol Hepatol Rev*. NIH Public Access. Vol. 1; 6: 73-80.
- Delavar, M.A., dan Soheilrad, Z. (2020) Drug and herbal medicine-induced nephrotoxicity in children; review of the mechanism. *Journal of Renal Injury Prevention*. 9(3).
- Kurniawidjaja M., dkk (2021) *Konsep Dasar Toksikologi Industri*. Penerbit: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
- MedlinePlus. (2021) *Cardiac Enzyme Studies*. Retrieved from <https://medlineplus.gov/lab-tests/troponin-test/>
- National Heart, Lung, and Blood Institute (2021) *What is a Pulmonary Function Test?*. Retrieved from [<https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/pulmonary->

function-tests](<https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/pulmonary-function-tests>)

National Kidney Foundation (2021) *Glomerular Filtration Rate (GFR)*. Retrieved from <https://www.kidney.org/atoz/content/gfr>

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK) (2021) *Kidney Disease*. Retrieved from <https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/preventing-problems/diabetic-kidney-disease>

Soemirat Juli, Ariesyady Herto (2017) Toksikologi Lingkungan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

U.S. National Library of Medicine (2021) *Arterial Blood Gas Analysis*. Retrieved from [<https://medlineplus.gov/lab-tests/arterial-blood-gas-analysis/>]

BAB

11

TOLAK UKUR TOKSISITAS KUANTITATIF

apt. Aprilya Sri Rachmayanti, S.Farm., M.Farm

A. Definisi Toksisitas

Tingkat merusaknya suatu zat jika dipaparkan terhadap organisme. toksisitas dapat mengacu pada dampak terhadap seluruh organisme, seperti hewan, bakteri, atau tumbuhan, dan efek terhadap substruktur organisme, seperti sel (sitotoksisitas) atau organ tubuh seperti hati (hepatotoksisitas) (Syam, 2016).

B. Parameter Toksisitas (I Made Agus, Rury, 2006)

1. Dosis toksisitas

Dosis toksisitas adalah jumlah suatu zat kimia yang diperlukan untuk menghasilkan efek toksik pada organisme atau sistem tertentu. Dosis ini bisa bervariasi tergantung pada zat kimia, organisme yang terpapar, dan faktor-faktor lainnya. Dosis toksisitas dapat dibagi menjadi beberapa kategori:

- a. **Dosis Tidak Beracun (NOAEL - No Observed Adverse Effect Level):** Ini adalah tingkat dosis tertinggi yang tidak menimbulkan efek toksik yang dapat diamati pada organisme yang terpapar. NOAEL sering digunakan dalam penentuan ambang batas aman dalam pemakaian produk kimia.
- b. **Dosis Minimal Beracun (LOAEL - Lowest Observed Adverse Effect Level):** LOAEL adalah tingkat dosis terendah di mana efek toksik dapat diamati pada

DAFTAR PUSTAKA

- Depkes, R. I. (2018) *Toksikologi Klinik*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Eriadi, A., Arifin,H., N. (2016) 'Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Kirinyu (*Chromolaenodorata* (L) R.M.King & H. Rob) Pada Mencit Putih Jantan.', *Jurnal Farmasi Higea*, 8, p. 2.
- I Made Agus, Rury (2006) *Toksikologi Umum, Buku Ajar*. Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana.
- Syam, A. . (2016) 'Uji Toksisitass Akut Ekstrak Etanol Daun Kayu Hitam (*Diospyros celebica* B.) Terhadap Mencit (*Mus musculus*).
- Syamsul, E.S., D. (2015) 'Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Kerehau (*Callicarpa longifolia* Lam.) Terhadap Mencit Putih', *Jurnal Imiah Manuntung. Akademi Farmasi Samarinda*.

BAB 12

TOKSIKOLOGI TENTANG PAJANAN TOKSIKAN

apt. Reny Haryani, M.Si.

A. Pendahuluan

Kata "toksikologi" berasal dari kata-kata Yunani, yaitu "toxicon," yang berarti racun, dan "logos," yang berarti kajian ilmiah. Saat ini, istilah toksikologi merujuk pada suatu disiplin ilmiah yang berkaitan dengan sifat fisikokimia zat-zat beracun, mekanisme kerja mereka pada tubuh, gejala klinis keracunan, serta upaya pencegahan dan pengobatan berbagai keracunan (Klaassen, 2018). Toksikologi adalah studi mengenai dampak negatif yang dihasilkan oleh agen-agensinya, baik yang bersifat kimia, fisik, maupun biologis, terhadap manusia, hewan, dan lingkungan. Para toksikolog adalah ilmuwan yang telah terlatih untuk menyelidiki, memahami, dan menyampaikan informasi mengenai karakteristik dampak yang ditimbulkan oleh agen-agensinya tersebut. Di dalam ranah toksikologi molekuler dan seluler, para toksikolog memanfaatkan berbagai teknik baru yang telah tersedia dalam ilmu kehidupan molekuler untuk memahami mekanisme dasar yang digunakan oleh agen-agensinya dalam merusak sel, jaringan, dan seluruh organisme. Tujuan utama dari pengujian toksisitas, baik dalam pengembangan obat praklinis, penilaian keamanan bahan-bahan dalam produk kosmetik dan konsumen, maupun evaluasi potensi dampak dari paparan bahan kimia industri dan lingkungan, adalah untuk membuat profil toksikologis senyawa kimia tersebut dan mengidentifikasi dosis terendah yang

DAFTAR PUSTAKA

- Burcham, P.C. (2014) *An introduction to toxicology, An Introduction to Toxicology*. doi:10.1007/978-1-4471-5553-9.
- Hodgson, E., Carolina, N. and Wiley, A.J. (2010) *A TEXTBOOK OF MODERN TOXICOLOGY* Edited by.
- Klaassen, C.D. (2018) *The Basic Science of Poisons Toxicology, McGraw-Hill Education/Medical*. New York.
- Klaassen, C.D. and Watkins, J.B. (2021) *Casarett & Doull's Essential of Toxicology*. New York: McGraw Hill.
- Lippmann, M. and Leikauf, G.D. (2020) *Environmental Toxicants: Human Exposures and Their Health Effects*. Fourth Edi. WILEY.
- Stanley, L.A. (2014) *Molecular and Cellular Toxicology*. John Wiley & Sons, Ltd.

BAB

13

TOKSIKODINAMIK

Muhammad Yusuf, S.Farm., M.Sc

A. Pendahuluan

Ilmu Suatu kerja toksik pada umumnya merupakan hasil dari sederetan proses fisika, biokimia, dan biologik yang sangat rumit dan kompleks. Proses ini umumnya dikelompokkan ke dalam tiga fase yaitu: fase eksposisi toksikokinetik dan fase toksodinamik. Dalam menelaah interaksi xenobiotika atau toksin dengan organisme hidup terdapat dua aspek yang perlu diperhatikan, yaitu: kerja xenobiotika pada organisme dan pengaruh organisme terhadap xenobiotika. Yang dimaksud dengan kerja toksin pada organisme adalah sebagai suatu senyawa kimia yang aktif secara biologik pada organisme tersebut (aspek toksodinamik) (Ashauer and Escher, 2010).

Efek toksik atau efek yang tidak diinginkan dalam sistem biologis tidak akan dihasilkan oleh bahan kimia kecuali bahan tersebut atau produk biotransformasinya mencapai tempat yang sesuai untuk menghasilkan manifestasi toksik (Ashauer *et al.*, 2010).

Faktor utama yang mempengaruhi pemaparan atau interaksi bahan kimia adalah jalur masuk, jangka waktu dan frekuensi pemaparan (ATSDR, 2000).

Berdasarkan Paradigma Toksikologi, suatu pajanan zat berbahaya hingga menjadi penyakit dibagi dua tahap, yakni toksikokinetik dan toksikodinamik (Trush, 2008). Toksikokinetik dimulai dari tahap pajanan hingga dosis efektif pada tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashauer, R. *et al.* (2010) "Toxicokinetic and toxicodynamic modeling explains carry-over toxicity from exposure to diazinon by slow organism recovery," *Environmental Science & Technology*, 44(10), pp. 3963-3971.
- Ashauer, R. *et al.* (2016) "Modelling survival: exposure pattern, species sensitivity and uncertainty," *Scientific Reports*, 6(1), p. 29178.
- Ashauer, R. and Escher, B.I. (2010) "Advantages of toxicokinetic and toxicodynamic modelling in aquatic ecotoxicology and risk assessment," *Journal of Environmental Monitoring*, 12(11), pp. 2056-2061.
- ATSDR, T. (2000) "ATSDR (Agency for toxic substances and disease registry)," *Prepared by clement international corp., under contract*, 205, pp. 88-608.
- Blaauboer, B.J. (2003) "Biokinetic and toxicodynamic modelling and its role in toxicological research and risk assessment," *Alternatives to laboratory animals*, 31(3), pp. 277-281.
- Boelsterli, U.A. (2002) *Mechanistic toxicology: the molecular basis of how chemicals disrupt biological targets*. CRC press.
- Choi, S.M., Yoo, S.D. and Lee, B.M. (2004) "Toxicological characteristics of endocrine-disrupting chemicals: developmental toxicity, carcinogenicity, and mutagenicity," *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 7(1), pp. 1-23.
- Clotfelter, E.D., Bell, A.M. and Levering, K.R. (2004) "The role of animal behaviour in the study of endocrine-disrupting chemicals," *Animal behaviour*, 68(4), pp. 665-676.
- Colborn, T., vom Saal, F.S. and Soto, A.M. (1994) "Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in wildlife and humans," *Environmental Impact Assessment Review*, 14(5-6), pp. 469-489.

TENTANG PENULIS



apt. Rahmadhani Tyas Angganawati, M.Farm.Klin, lahir di Solo tahun 1993. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar dan sekolah menengah di kota Solo. Pada tahun 2014, penulis menyelesaikan pendidikan Sarjana Farmasi di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Kemudian melanjutkan studi Profesi Apoteker pada institusi yang sama. Pada tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan S2 Farmasi Klinis di Universitas Airlangga Surabaya selama 2 tahun. Berlatar Belakang dari keluarga Guru, penulis sangat mencintai dunia pendidikan. Karena kecintaannya terhadap dunia pendidikan, penulis memilih untuk mengabdikan diri sebagai Dosen. Penulis aktif dalam mengajar dan pernah mengabdikan pada beberapa institusi perguruan tinggi farmasi, diantaranya Fakultas Farmasi UMS (2014-2016), Prodi D3 Farmasi Politeknik Indonusa Surakarta (2019-2020), Prodi S1 Farmasi STIKes Bogor Husada (2021-sekarang).



apt. Suci Fitriani Sannulia, M.Sc. Lahir di Palopo, 27 Mei 1987, Penulis merupakan alumni Magister Farmasi Klinis di UGM pada tahun 2016. Penulis saat ini menjabat sebagai Kaprodi Prodi Pendidikan Profesi Apoteker di Institut Kesehatan Mitra Bunda. Penulis aktif melakukan penelitian dan pengmas serta menulis artikel baik di jurnal Nasional maupun Internasional di Bidang Farmasi.



apt. Yuri Pratiwi Utami., S.Farm., M.Si. lahir di Ujungpandang, pada 7 Oktober 1988. Ia tercatat sebagai lulusan Fakultas Farmasi Universitas Muslim Indonesia (S1 Farmasi). Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin (Profesi Apoteker & S2 Farmasi). Wanita yang kerap disapa Yuri ini adalah anak dari pasangan Dr. Ir. Muh. Usman Asri.,M.Si (ayah) dan Nuraeni Nudju (ibu). Yuri

Pratiwi Utami seorang akademisi/ dosen di bidang Biologi Farmasi di Fakultas Ilmu Kesehatan dan Apoteker Penanggung Jawab di Apotek Sentosa Farma. Yuri aktif di beberapa organisasi baik profesi maupun non profesi diantaranya PD IAI SULSEL, ATB PD IAI SULSEL, DPD Perkumpulan Ahli dan Dosen Republik Indonesia (ADRI) SULSELBAR, dan DPD IWAPI SULSEL



apt. Fika Nuzul Ramadhani, M.Sc. Lahir di Manokwari, pada 3 April 1991. Penulis merupakan dosen Jurusan Farmasi Fakultas Olahraga dan Kesehatan Universitas Negeri Gorontalo. Penulis menempuh pendidikan S1 di Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta (2008-2012) serta mengambil program *double degree* untuk program Profesi Apoteker dan

Magister Farmasi (2012- 2014) pada universitas yang sama. Penulis terdaftar sebagai anggota Ikatan Apoteker Indonesia sejak tahun 2014.



Dr. Nur Rasdianah, S.Si., M.Si., lahir di Ujung Pandang, pada 13 Mei 1975, tercatat sebagai dosen pada Jurusan Farmasi Universitas Negeri Gorontalo. Nur menyelesaikan program Doktor di Fakultas Farmasi Gadjah Mada tahun 2019 dengan Bidang Farmasi Klinik dan Komunitas



Juliyanty Akuba, M.Sc, apt lahir di Gorontalo, pada tanggal 28 juli 1989. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Farmasi Fakultas Olahraga dan Kesehatan Universitas Negeri Gorontalo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Farmasi Universitas Muslim Indonesia dan melanjutkan S2 pada Jurusan Farmasi Pascasarjana Universitas

Ahmad Dahlan Jogjakarta.



apt. Shinta Sari Dewi, S.Farm., M.Clin.Pharm lahir di Tapanuli Tengah/Pinangsori, pada 16 November 1991, anak ke-2 dari 2 bersaudara. Menyelesaikan studi di SMA Negeri 3 batam dan melanjutkan di Fakultas Farmasi USU tahun 2009, lulus Sarjana Farmasi tahun 2013, dan lulus profesi Apoteker tahun 2014. Program S2 Farmasi Klinis ditempuh di Fakultas

Farmasi UGM pada tahun 2016-2018. Menjadi dosen di Fakultas Farmasi Institut Kesehatan Mitra Bunda sejak tahun 2019. Di samping kegiatan akademik, Penulis juga bekerja sebagai Apoteker di Rumah Sakit Umum Daerah Embung Fatimah Kota Batam. Pada saat ini penulis juga aktif sebagai pengurus organisasi profesi, Ikatan Apoteker Indonesia, *Indonesian Young*

Pharmacist Group Kepri, dan Himpunan Seminat Farmasi Rumah Sakit Kota Batam.



apt. Muzayyidah, S. Farm., M. Si. lahir di Kota Palu pada 14 Agustus 1990, ia adalah anak bungsu dari dua bersaudara, buah dari pasangan H. Abd. Rahim, HS (alm.) dan Hj. Murhani Djufri. Idha panggilan akrabnya, terlahir dalam keluarga akademisi. Ayahnya seorang dosen di salah satu PTAIN di Makassar, sedangkan ibunya adalah seorang guru di madrasah tsanawiyah. Ia memulai pendidikan dasarnya di SDN Inpres Bumi Bahari dan melanjutkannya di SMP Al Azhar Kota Palu. Selepas lulus SMP pada 2005, ia hijrah ke Kota Makassar dan menyelesaikan pendidikannya di MAN 2 Makassar.

Berasal dari keluarga yang menjunjung tinggi ilmu pengetahuan, ia pun meneruskan pendidikan dengan berkuliah di Program Studi Farmasi UIN Alauddin Makassar dan berhasil meraih gelar sebagai sarjana dengan predikat IPK tertinggi saat itu. Tak berhenti sampai disitu, setelah sarjana diraih, ia memutuskan untuk mengambil kuliah profesi apoteker di Universitas Hasanuddin. Pada 2014, setelah menyandang apoteker, ia mencoba berbagai pengalaman kerja di ranah pelayanan kefarmasian seperti apotek, klinik, hingga rumah sakit. Wanita yang hobby membaca ini kemudian memutuskan menempuh pendidikan lagi pada 2017-2019 dengan mengambil magister konsentrasi Farmasi Klinik di Universitas Hasanuddin. Saat ini, ia aktif sebagai dosen di Program Studi S1 Farmasi Universitas Megarezky sambil menjalankan profesinya sebagai apoteker di salah satu apotek di Kota Makassar.



apt. Nurshalati Tahar, S.Farm., M.Si. lahir di Limbung, pada 22 Maret 1989. Ia tercatat sebagai lulusan S1 UIN Alauddin Makassar; lulusan S2 dan Profesi Apoteker (*double degree*) di Universitas Setia Budi Surakarta. Wanita yang kerap disapa Mayang ini adalah anak dari pasangan Taharuddin (ayah) dan Hajar (ibu). **Nurshalati Tahar** merupakan salah satu dosen di UIN Alauddin Makassar. Selain menulis buku, ia juga aktif dalam

penelitian, publikasi jurnal ilmiah, pengabdian kepada masyarakat serta aktif dalam kegiatan Sistem Penjaminan Mutu (SPMI).



drg. Erma Mahmiyah, M.Kes. lahir di Gresik pada tanggal 2 Agustus 1966. Tercatat sebagai lulusan Universitas Airlangga Program studi Magister Kesehatan Gigi. Sejak tahun 1994 menjadi pendidik di SPRG Ujung Pandang dan sejak 2003 sampai saat ini merupakan seorang dosen pengampu Mata Kuliah Penatalaksanaan Konservasi Gigi, Farmakologi, dan Anatomi Fisiologi pada Program studi Kesehatan Gigi di Politeknik Kesehatan Pontianak.



apt. Aprilya Sri Rachmayanti, S.Farm., M.Farm lahir di Bitung, 15 April 1993. Penulis menyelesaikan pendidikan Magister di Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penulis saat ini adalah Dosen dan Sekertaris Program Studi Profesi Apoteker Institut Kesehatan Mitra Bunda dan Aktif Melakukan

penelitian dan pengabdian masyarakat serta menulis artikel baik di jurnal nasional maupun internasional dibidang Farmasi.



apt. Reny Haryani, S.Farm., M.Si lahir di Rengat, pada 18 November 1991. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana, profesi dan magister Farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara. Penulis saat ini adalah dosen di Institut Kesehatan Mitra Bunda dan aktif melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat serta menulis artikel baik di

jurnal nasional maupun internasional dibidang farmasi.



Muhammad Yusuf, S.Farm., M.Sc, lahir di Depok tanggal 22 November 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Mega Rezky.

Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di SDN Kebon Pedes V Kota Bogor (2004), SMPN 1 Lasusua (2007), dan SMAN 1 Kendari (2010). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan S1 pada Jurusan Farmasi pada Fakultas Farmasi Universitas Muslim Indonesia di Makassar sampai memperoleh gelar sarjana farmasi (S.Farm.) tahun 2014 setelah itu melanjutkan program magister pada program studi Ilmu Kedokteran Dasar & Biomedis pada konsentrasi Farmakologi

Universitas Gadjah Mada hingga memperoleh gelar Magister Sains (M.Sc.) tahun 2016. Penulis aktif dalam berbagai penelitian nasional sebagai Penanggung Jawab Teknis Kab/Kota yang dibiayai oleh Kementerian Kesehatan yaitu RISNAKES (2017), RISKESDAS (2018), RIFASKES (2019), dan SKI (2023)