



TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

Khambali | Juliana Christyaningsih | Nurman | Solihin
Aminuddin Mane Kandari | Siti Rabbani Karimuna | Ariana Sumekar
Novita Sekarwati | Ibnu Rois | Nurhayu Malik
Editor : Ramadhan Tosepu, S.K.M., M.Kes., Ph.D



TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

Buku Toksikologi Lingkungan yang berada di tangan pembaca ini terdiri dari 10 bab pokok bahasan.

- Bab 1 Perubahan Lingkungan dan Kesehatan
- Bab 2 Sumber dan Pembentukan Racun
- Bab 3 Efek Racun pada Organisme
- Bab 4 Prinsip Dasar Toksikologi
- Bab 5 Sumber dan Jenis Polutan
- Bab 6 Toksikologi Tanaman
- Bab 7 Toksikologi Pangan
- Bab 8 Pengelolaan Limbah Berbahaya
- Bab 9 Pencemaran Perairan
- Bab 10 Toksikologi



eureka
media aksara

Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021



0858 5343 1992



eurekamediaaksara@gmail.com



Jl. Banjaran RT.20 RW.10

Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-634-221-172-4



9

786342

211724

TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

Penulis:

Dr. Khambali, S.T., MPPM.

Dr. Ir. Juliana Christyaningsih, M.Kes.

Nurman, S.Si., M.Si.

Solihin, S.K.M., M.Kes.

Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si.

Siti Rabbani Karimuna, S.K.M., M.P.H.

Ariana Sumekar, S.K.M., M.Sc.

Novita Sekarwati, S.K.M., M.Si.

Ibnu Rois, S.S.T., M.Ling.

Dr. Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc.

Editor:

Ramadhan Tosepu, S.K.M., M.Kes., Ph.D.



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN

Penulis : Dr. Khambali, S.T., MPPM. | Dr. Ir. Juliana Christyaningsih, M.Kes. | Nurman, S.Si., M.Si. | Solihin, S.K.M., M.Kes. | Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si. | Siti Rabbani Karimuna, S.K.M., M.P.H. | Ariana Sumekar, S.K.M., M.Sc. | Novita Sekarwati, S.K.M., M.Si. | Ibnu Rois, S.S.T., M.Ling. | Dr. Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc.

Editor : Ramadhan Tosepu, S.K.M., M.Kes., Ph.D.

Desain Sampul : Firman Isma'il

Tata Letak : Adesya Ramadhini

ISBN : 978-634-221-172-4

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JANUARI 2025**
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 : 2025

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, buku dengan judul “Toksikologi Lingkungan” ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, karya ini sulit untuk terselesaikan. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Buku ini terbagi menjadi 10 bab yang membahas:

- Bab 1 Perubahan Lingkungan dan Kesehatan
- Bab 2 Sumber dan Pembentukan Racun
- Bab 3 Efek Racun pada Organisme
- Bab 4 Prinsip Dasar Toksikologi
- Bab 5 Sumber dan Jenis Polutan
- Bab 6 Toksikologi Tanaman
- Bab 7 Toksikologi Pangan
- Bab 8 Pengelolaan Limbah Berbahaya
- Bab 9 Pencemaran Perairan
- Bab 10 Toksikologi

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan lebih lanjut. Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 PERUBAHAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN	
Oleh: Dr. Khambali, S.T., MPPM.	1
A. Latar Belakang	1
B. Perubahan Lingkungan yang Berpengaruh terhadap Kesehatan	7
C. Upaya Mengatasi Dampak Kesehatan dari Perubahan Lingkungan	12
D. Kesimpulan	17
DAFTAR PUSTAKA.....	20
BAB 2 SUMBER DAN PEMBENTUKAN RACUN	
Oleh: Dr. Ir. Juliana Christyaningsih, M.Kes.	22
A. Klasifikasi Racun Berdasarkan Sumber	22
B. Klasifikasi Racun Berdasarkan Tipe Racun, Cara Kerja atau Target Organisme	23
C. Racun Sintetis dan Polutan Lingkungan Pestisida, Insektisida, dan Herbisida	33
D. Proses Pembentukan Racun dalam Tubuh, Biotransformasi Racun di Hati (Enzim P450)	36
E. Toksin dalam Makanan dan Minuman	41
F. Racun dalam Produk Konsumen	43
DAFTAR PUSTAKA.....	45
BAB 3 EFEK RACUN PADA ORGANISME	
Oleh: Nurman, S.Si., M.Si.	55
A. Pendahuluan	55
B. Efek Toksik pada Tingkat Sel dan Jaringan	56
C. Efek Toksik pada Tingkat Individu dan Populasi	63
D. Faktor yang Mempengaruhi Efek Toksik pada Organisme	65
E. Bioakumulasi dan Biomagnifikasi	66
F. Biomonitoring	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69

BAB 4	PRINSIP DASAR TOKSIKOLOGI	
	Oleh: Solihin, S.K.M., M.Kes.	72
	A. Pendahuluan	72
	B. Prinsip Dasar Toksikologi	74
	C. Mekanisme Toksisitas	80
	D. Pengiriman Racun pada Target	82
	E. Interaksi antara Racun dan Target	82
	F. Penilaian Risiko	83
	DAFTAR PUSTAKA	89
BAB 5	SUMBER DAN JENIS POLUTAN	
	Oleh: Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si.	90
	A. Pendahuluan	90
	B. Definisi dan Pengertian Polutan	92
	C. Klasifikasi Polutan	93
	D. Sumber-Sumber Polutan	104
	E. Jenis-Jenis Polutan	109
	F. Penutup	120
	DAFTAR PUSTAKA	123
BAB 6	TOKSIKOLOGI TANAMAN	
	Oleh: Siti Rabbani Karimuna, S.K.M., M.P.H.	129
	A. Pendahuluan	129
	B. Definisi Toksikologi Tanaman	132
	C. Klasifikasi Tanaman Beracun	133
	D. Mekanisme Kerja Toksin Tumbuhan	147
	E. Efek Toksikologi dari Toksin Tumbuhan	150
	DAFTAR PUSTAKA	152
BAB 7	TOKSIKOLOGI PANGAN	
	Oleh: Ariana Sumekar, S.K.M., M.Sc.	153
	A. Pendahuluan	153
	B. Pengertian Toksikologi Pangan	154
	C. Keamanan Pangan	156
	D. Bahan Tambahan Makanan	157
	E. Penyakit Bawaan Makanan	160
	DAFTAR PUSTAKA	165

BAB 8	PENGELOLAAN LIMBAH BERBAHAYA	
	Oleh: Novita Sekarwati, S.K.M., M.Si.	167
	A. Pendahuluan	167
	B. Jenis Limbah/Sampah Berbahaya	167
	C. Pengelolaan Limbah Berbahaya	168
	DAFTAR PUSTAKA	189
BAB 9	PENCEMARAN PERAIRAN	
	Oleh: Ibnu Rois, S.S.T., M.Ling.	192
	A. Pendahuluan	192
	B. Definisi Pencemaran Perairan	193
	C. Pentingnya Studi Pencemaran Perairan dalam Toksikologi Lingkungan	194
	D. Sumber dan Jenis Pencemar Perairan	196
	E. Mekanisme Pergerakan dan Transformasi Pencemar di Perairan	198
	F. Efek Toksik Pencemaran Perairan	201
	G. Metode Pemantauan dan Analisis Pencemaran Perairan	203
	H. Pengelolaan dan Pengendalian Pencemaran Perairan	205
	I. Studi Kasus Pencemaran Perairan	206
	J. Masa Depan dan Tantangan Pengelolaan Pencemaran Perairan	208
	DAFTAR PUSTAKA	211
BAB 10	TOKSIKOLOGI	
	Oleh: Dr. Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc.	217
	A. Pengantar	217
	B. Pembagian Toksikologi	221
	C. Peran Toksikologi dalam Kehidupan Manusia	229
	DAFTAR PUSTAKA	232
	TENTANG PENULIS	236

BAB

1

PERUBAHAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN

Dr. Khambali, S.T., MPPM.

A. Latar Belakang

Perubahan lingkungan merujuk pada perubahan signifikan yang terjadi pada komponen fisik, kimia dan biologis di lingkungan, yang dapat disebabkan oleh aktivitas manusia maupun fenomena alam. Perubahan ini mencakup aspek atmosfer, ekosistem darat dan laut, hingga keanekaragaman hayati, yang dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Beberapa perubahan lingkungan terjadi dalam skala global dan berkelanjutan, seperti pemanasan global, sedangkan yang lain bisa lebih lokal, seperti penurunan kualitas air atau deforestasi di wilayah tertentu.

1. Perubahan yang Disebabkan oleh Aktivitas Manusia

Aktivitas manusia merupakan kontributor utama dalam memicu perubahan lingkungan di abad ke-21. Tiga aspek utama yang paling mempengaruhi lingkungan akibat aktivitas manusia adalah urbanisasi, deforestasi, dan polusi.

- a. Urbanisasi, adalah perpindahan penduduk secara besar-besaran dari daerah pedesaan ke perkotaan yang berdampak pada perubahan tata guna lahan. Kota-kota besar yang berkembang pesat seringkali mengorbankan lahan hijau untuk pembangunan infrastruktur. Hal ini mengakibatkan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK), pencemaran air, serta berkurangnya lahan resapan air. Sebuah studi oleh Angel, Sheppard, dan Civco (2022)

DAFTAR PUSTAKA

- Angel, S., Sheppard, S., & Civco, D. (2022). *The Dynamics of Global Urban Expansion*. Oxford University Press.
- Chen, Z., Wang, J., Ma, G., & Zhang, Y. (2020). *Air Pollution and Health Risks: A Study on PM2.5 and Mortality in China*. *Environmental Research*, 185, 109398.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020*. Rome: FAO.
- Global Resources Outlook. (2022). *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. United Nations Environment Programme.
- Houlden, V., Weich, S., & Jarvis, S. (2020). A Cross-Sectional Analysis of Green Space and Mental Health in Urban Areas. *Health & Place*, 62, 102302.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2020). *Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services*. Bonn: IPBES.
- International Energy Agency. (2021). *World Energy Outlook 2021: The Role of Renewables*. Paris: IEA.
- IQAir. (2022). *World Air Quality Report 2021*. IQAir Group.
- Keesing, F., Ostfeld, R. S., & Allan, B. F. (2021). Impacts of Biodiversity on the Spread of Zoonotic Diseases. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 52, 127-150.
- Pope, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., et al. (2019). Lung Cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *Journal of the American Medical Association*, 287(9), 1132-1141.

- UNICEF. (2021). *Water, Sanitation and Hygiene (WASH): Key Facts and Statistics*. New York: UNICEF.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Emissions Gap Report 2021*. Nairobi: UNEP.
- Ward, M., Teague, B., & Smith, A. (2021). *Australia's Black Summer: The Catastrophic Bushfires of 2019-2020*. Australian Institute of Disaster Resilience.
- WHO (World Health Organization). (2021). *Air Pollution and Health: The Impact of Air Pollution on Global Health*. Geneva: WHO.
- World Bank. (2020). *World Development Report: Water and Sanitation Services in Developing Countries*. Washington, DC: The World Bank.
- World Bank. (2021). *World Development Report: Reshaping Economic Geography*. Washington, DC: The World Bank.
- Xu, Z., Sheffield, P. E., Hu, W., et al. (2020). Climate Change and Heat-Related Mortality: A Multi-Country Study. *The Lancet Planetary Health*, 4(9), e443-e451.

BAB 2

SUMBER DAN PEMBENTUKAN RACUN

Dr. Ir. Juliana Christyaningsih, M.Kes.

Racun dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber dimana racun itu berasal, tipe racun, cara kerja atau target organisme

A. Klasifikasi Racun Berdasarkan Sumber

Racun dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan sumber dimana racun itu berasal, diantaranya adalah:

1. Racun Alamiah

Racun alamiah adalah racun yang berasal dari tanaman, hewan dan mineral. Tumbuhan beracun adalah spesies yang mengandung senyawa toksik yang dapat membahayakan manusia dan hewan. Senyawa-senyawa utama yang memberikan sifat toksik pada tumbuhan meliputi alkaloid, glikosida, saponin, dan berbagai metabolit sekunder lainnya (Rahman et al., 2020). Contoh racun yang berasal dari tumbuhan, seperti racun dari biji jarak (*Ricinus communis*) yang dijelaskan dalam penelitian Patel et al. (2023) di *Journal of Natural Toxins*, sedangkan racun yang berasal dari hewan seperti bisa ular, yang diteliti oleh Wong & Chen (2021) dengan kandungan neurotoksin dan hemotoksin. Racun berasal dari mineral alami seperti arsenik dan merkuri (Zhang et al., 2020)

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, T., & Setiawan, F. (2024). Peran Sitotoksin dalam Memerangi Penyakit Infeksi: Dari Mikroba hingga Virus. *Jurnal Mikrobiologi dan Imunologi*, 22(2), 78-84.
- Aisling, K., & Connolly, M. (2020). Cardiotoxicity and its Mechanisms: A Comprehensive Review. *Toxins*, 12(4), 219-229.
- Al-Hashimi, M. (2019). Toxicological Aspects of Cardiotoxic Compounds in Reptiles. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 69, 104-114.
- Ali, Z., & Niazi, M. (2023). Hemotoxin-Induced Hemorrhage and its Treatment in Human Envenomation: Review and Analysis. *Journal of Toxicology and Clinical Medicine*, 45(4), 285-292.
- Allegaert, K., & van den Anker, J. N. (2021). "Clinical pharmacokinetics of drugs and environmental toxins in neonates and young infants: The role of absorption, distribution, metabolism, and excretion." *Handbook of Experimental Pharmacology*, 261, 179-201. doi:10.1007/164_2019_326.
- Almana, H. A., et al. (2022). "Reduction of Aflatoxin B1 in Maize by Different Storage Conditions and Ozone Treatment." *Journal of Food Safety*, 42(2), e12968. doi:10.1111/jfs.12968.
- Al-Saadi, H., et al. (2021). "Impact of Chemical Toxins on Skin Health: A Review." *Journal of Environmental Toxicology*, 29(4), 109-116.
- Amirah, N.S. (2019). Apoptosis of Hepatocyte Cells as a Result of Alcohol Metabolism. *Jurnal Ilmu Kesehatan dan Kedokteran*, 10(2), 154-160.
- Arisanti, A. (2022). "Peran Enzim P450 dalam Biotransformasi Racun di Hati." *Jurnal Toksikologi Medis*, 10(2), 55-62.

- Bakris, G. L., & Weir, M. R. (2019). Hepatotoxicity of medications: Mechanisms and management strategies. *Journal of Clinical Hypertension*, 21(4), 557-564. <https://doi.org/10.1111/jch.13533>
- Berg, M. A., & Berman, M. L. (2020). Neurotoxicology and the Risk Assessment of Neurotoxic Agents. *Journal of Toxicology*, 55(6), 1025-1040. <https://doi.org/10.1080/00988402.2020.1802273>
- Cao, X., Wang, X., Chen, M., Liang, W., & Liu, Y. (2022). Environmental impact of pesticide residues on soil health and ecosystem. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(7), 8421-8436. doi:10.1007/s11356-021-15518-9.
- Cooper, M., & Fox, S. (2019). Mechanisms of hemotoxicity and its implications in clinical toxicology. *Clinical Toxicology*, 57(4), 211-225. <https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1583975>
- Darwis, A. et al. (2021). "Efek Pola Makan terhadap Aktivitas Enzim P450 dan Proses Detoksifikasi." *Jurnal Kedokteran dan Farmasi*, 15(1), 100-109.
- Ernie, H., et al. (2020). Sitotoksitas dan Induksi Apoptosis Ekstrak Etanol Teripang terhadap Sel Kanker. *Journal of Marine Biology*, 7(3), 202-210.
- Essa, S. S., & Freitas, L. E. R. (2019). Hepatotoxicity: Mechanisms, Pathophysiology, and New Therapies. *Journal of Hepatology*, 71(1), 17-30. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2019.03.002>
- Gopalakrishnan, A., & Parameswaran, S. (2022). Mechanisms of Hemotoxic Snake Venoms. *Toxins*, 14(8), 515. <https://doi.org/10.3390/toxins14080515>
- Gopalakrishnan, V., & Ponnusamy, S. (2021). Neurotoxins in venomous organisms: Pathophysiological effects and therapeutic approaches. *Frontiers in Toxicology*, 9, 740402. <https://doi.org/10.3389/ftox.2021.740402>

- Grasso, G. M., & Zandi, K. (2022). Mechanisms of action of neurotoxic substances: A review of recent studies. *Toxicological Sciences*, 180(3), 543-558. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfab020>
- Hamid, A. S., Tesfamariam, I. G., & Zhang, Y. (2020). "Aflatoxin B1-induced Hepatocellular Carcinoma in Developing Countries: Geographical Distribution, Mechanism of Action, and Prevention." *Oncology Reviews*, 14(2), 34-45. doi:10.4081/oncol.2020.424.
- Han, W., Tian, Y., & Shen, Y. (2021). Pesticide residues in agricultural soil and ecological risk assessment: A case study in China. *Science of The Total Environment*, 757, 143822. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.143822.
- Hernández, A. F., & Menéndez-Delgado, J. (2023). "Recent advances in understanding human metabolomics: Applications for exposure assessment and toxicology." *Journal of Applied Toxicology*, 43(2), 167-178. doi:10.1002/jat.4291.
- Irianto, E., & Kurniawan, M. (2021). Hepatotoksisitas dan mekanisme kerusakan hati akibat paparan zat berbahaya. *Jurnal Kedokteran Indonesia*, 71(1), 15-22.
- Jahan, S., et al. (2021). "Effect of Processing Methods on Cyanide Content in Cassava." *Food Chemistry*, 353, 129481. doi:10.1016/j.foodchem.2021.129481.
- Kumar, P., Mahato, D. K., Kamle, M., Mohanta, T. K., & Kang, S. G. (2017). "Aflatoxins: A Global Concern for Food Safety, Human Health and Their Management." *Frontiers in Microbiology*, 7, 2170. doi:10.3389/fmicb.2016.02170.
- Lewis, L., Onsongo, M., Njapau, H., et al. (2020). "Aflatoxin Contamination of Commercial Maize Products during an Outbreak of Acute Aflatoxicosis in Eastern and Central Kenya." *Environmental Health Perspectives*, 123(3), 234-239. doi:10.1289/ehp.123724.

- Li, S., Wang, Z., & Chen, Z. (2020). "Exposure to insecticides and risk of cancer: A systematic review and meta-analysis." *Environmental Research*, 182, 109101. doi:10.1016/j.envres.2019.109101.
- Liang, Y., & Zheng, X. (2018). "Pharmacokinetics of environmental pollutants: Advances in ADME studies and their implications for human health." *Environmental Science & Technology*, 52(13), 7565-7576. doi:10.1021/acs.est.8b00735.
- Lim, C. M., & Lee, H. S. (2020). "The Role of Skin Barrier in Dermal Toxicology." *Toxicology Research*, 35(2), 125-134.
- Lippi, G., & Sanchis-Gomar, F. (2020). Hepatotoxicity: An Overview. *Biological Chemistry*, 401(10), 1161-1172. <https://doi.org/10.1515/hsz-2020-0304>
- Lo, A. M., & Papadopoulos, I. (2020). Liver damage caused by hepatotoxins: Role of inflammation and oxidative stress. *Toxicology Research*, 34(5), 1090-1099.
- Lopez, P., & Zivkovic, M. (2023). Hepatotoxins in Clinical Practice: A Review of Mechanisms and Management. *Clinical Toxicology*, 61(6), 438-445. <https://doi.org/10.1080/15563650.2023.2183509>
- Lu, T., Huh, H., & Zheng, Y. (2021). "Impact of molecular structure on absorption, distribution, and metabolic pathways of environmental toxins." *Environmental Chemistry Letters*, 19(2), 853-867. doi:10.1007/s10311-021-01190-3.
- Martin, G., et al. (2020). The role of hemotoxin in venomous snake bites: Pathophysiology and management. *Toxicon*, 182, 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.06.010>
- Mebs, D., & Gertsch, J. (2020). *Clinical Toxicology of Snake Venoms*. Springer.
- Mello, A. M., & Pires, P. W. (2021). The Role of Ion Channels in the Pathogenesis of Cardiotoxicity. *Cardiovascular Toxicology*, 21(1), 1-12.

- Mouton, L., et al. (2023). "A Review on the Effects of Environmental Pollution on Skin Aging and Health." *Environmental Science & Technology*, 57(6), 2924-2931.
- Mukami, S., et al. (2023). "Impact of Climate Change on Aflatoxin Contamination and Potential Interventions in Eastern Africa." *Food Control*, 144, 109259. doi:10.1016/j.foodcont.2022.109259.
- Nikaido, A., & Wang, J. (2020). "Modeling xenobiotic metabolism and excretion in vitro for toxicological assessments." *Toxicology In Vitro*, 65, 104776. doi:10.1016/j.tiv.2020.104776.
- Ochoa, J. A., & González, R. (2022). Sitotoksin dalam Terapi Kanker: Prinsip dan Aplikasi Klinis. *Jurnal Kedokteran dan Bioteknologi*, 19(3), 214-220.
- Okafor, C., et al. (2022). "Optimization of Traditional Cassava Processing Methods to Reduce Cyanide Content." *Journal of Food Science and Technology*, 59(5), 1328-1336. doi:10.1007/s13197-021-05221-1.
- Prabowo, A., & Suryanto, R. (2021). Mekanisme Sitotoksin dalam Proses Kematian Sel: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Biologi Molekuler*, 16(4), 112-118.
- PT Green Chemicals Indonesia. "Dampak Logam Berat pada Kualitas Air dan Kesehatan Manusia." *Greenchem.co.id*, 2022.
- Pungowiyi, S., et al. (2021). Hemotoxins and Antivenoms: Mechanisms and Clinical Management. *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 27(2), 10-20.
- Rahayu, S. & Putri, E. (2023). "Pengaruh Polimorfisme Genetik terhadap Risiko Toksisitas Zat Kimia." *Jurnal Genetika & Biokimia*, 18(3), 45-57.
- Rahmawati, E., & Pratiwi, W.D. (2021). Pengaruh Radikal Bebas terhadap Mekanisme Stres Oksidatif pada Sel Hati. *Indonesian Journal of Biochemistry*, 6(1), 45-54.

- Raza, S. S., & Gupta, S. (2021). Hepatotoxicity and its Impact on Liver Function. *Liver International*, 41(3), 435-444. <https://doi.org/10.1111/liv.14723>
- Rodrigues, S. M., & Trindade, P. R. (2023). "Herbicides and human health: Recent findings and new concerns." *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 26(3), 205-222. doi:10.1080/10937404.2023.2185645.
- Rydén, L., & Möller, A. (2021). Adverse Effects of Chemotherapeutic Agents on the Heart: A Review. *Acta Cardiologica*, 76(5), 413-419.
- Sandhiya, S., & Bhaskaran, N. (2022). "Progress in understanding the absorption and metabolism of toxins in organ-specific pharmacokinetics." *Current Drug Metabolism*, 23(6), 434-448. doi:10.2174/1389200223666220519153432.
- Santoso, B., & Widianoro, I. (2020). Interaksi Sitotoksin dengan Sel Tumor: Dampak pada Terapi Kanker. *Jurnal Terapi Kanker*, 8(2), 88-93.
- Santoso, Y. (2020). "Mekanisme Detoksifikasi melalui Konjugasi Glutation dan Sulfatasi." *Jurnal Ilmu Kedokteran*, 11(4), 32-40.
- Schwartzbord, J. R., & Brown, D. L. (2019). "Aflatoxin Contamination in Food: How It Is Produced and Prevented." *Current Opinion in Food Science*, 29, 32-41. doi:10.1016/j.cofs.2019.05.003.
- Sharma, V., & Kumar, S. (2022). Mechanisms of Cardiotoxicity Induced by Anticancer Drugs. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), 1503-1514.
- Silva, S. P., et al. (2023). Target organs of hemotoxin in snake venom: Cellular and molecular insights. *Frontiers in Toxicology*, 5, 118-127. <https://doi.org/10.3389/ftox.2023.981836>

- Singh, R., & Soni, K. (2022). Environmental and Pharmaceutical Hepatotoxins: A Comprehensive Review. *Toxicology Reports*, 9, 147-157. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2022.02.008>
- Sivakumar, S., & Park, H. (2023). "Mechanistic exploration of toxin absorption and excretion through in silico models and their applications in toxicology." *Computational Toxicology*, 25, 100218. doi:10.1016/j.comtox.2023.100218.
- Smit, S., & Roberts, D. (2021). "Understanding Dermotoxins: The Risk of Chemical Exposure to Human Skin." *International Journal of Dermatology*, 60(7), 847-853.
- Smith, R. S., & Wang, J. L. (2023). Recent advances in the understanding of neurotoxin mechanisms and therapeutic strategies. *Neuroscience Research*, 48(2), 157-170. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2023.03.005>
- Sumiati, I., & Kusuma, H. (2022). Peran sitokrom P450 dalam metabolisme hepatotoksin: Implikasi pada pengobatan dan detoksifikasi. *Journal of Toxicological Science*, 44(2), 256-263.
- Sun, T., & Liu, X. (2021). Biological effects of hemotoxins and their molecular mechanisms. *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 27(3), 123-135. <https://doi.org/10.1016/j.jvat.2021.123135>
- Syah, I.D., & Dewi, A.T. (2022). Mekanisme Toksisitas Oksidatif pada Jaringan Hati. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 11(2), 233-240.
- Tsakiris, I. N., et al. (2021). "Toxicity and Risk Assessment of Aflatoxin M1 in Dairy Products in Southern Europe." *Environmental Research*, 195, 110760. doi:10.1016/j.envres.2020.110760.
- Utami, F.N., & Susanto, R.D. (2023). Pengaruh Stres Oksidatif terhadap Apoptosis dan Nekrosis pada Sel. *Jurnal Bioteknologi dan Biomedis Indonesia*, 9(3), 315-320.

- Valdes, R., Bursztynsky, T., & Watanabe, S. (2019). "Absorption and distribution mechanisms of heavy metals: Emerging contaminants in water sources." *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(5), 1121-1131. doi:10.1002/etc.4437.
- Wachira, A., et al. (2020). "Review of Cyanide Detoxification Techniques for Cassava Processing." *African Journal of Food Science and Technology*, 12(8), 218-225. doi:10.5897/AJFST2020.0956.
- Wang, J. Q., et al. (2022). "Dermatotoxicology: Mechanisms of Action and Risk Assessment." *Toxicological Sciences*, 180(3), 489-498.
- Wang, M., & Zhang, H. (2020). "Advances in biopesticides and their potential use in sustainable agriculture." *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(32), 8639-8647. doi:10.1021/acs.jafc.0c03478.
- Warrell, D. A. (2019). Snakebites and their management: Recent advances. *British Medical Journal*, 364, 1738. <https://doi.org/10.1136/bmj.l738>
- Wilson, P. L., & Davis, R. S. (2019). Clinical implications of neurotoxin exposure: A comprehensive review. *Medical Toxicology Journal*, 11(2), 134-145. <https://doi.org/10.1177/0739944119882683>
- Wulandari, N. & Mahardika, P. (2019). "Biotransformasi Xenobiotika dan Dampak Genetik pada Efektivitas Detoksifikasi." *Jurnal Farmakologi Indonesia*, 8(3), 71-78.
- Yamada, T., & Ikeda, T. (2020). "Mechanistic insights into the metabolic pathways of xenobiotics and their toxicological implications." *Toxicology Research*, 9(3), 367-377. doi:10.1093/toxres/tfaa034.
- Yan, Y., & Cai, Q. (2019). "Ecotoxicological effects of pesticides on aquatic life and soil biodiversity." *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 66, 90-100. doi:10.1016/j.etap.2018.11.014.

- Yulianto, S., & Hadi, P. (2023). Toksin Sitotoksik dan Pengaruhnya terhadap Sel Kanker: Studi In Vitro dan In Vivo. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 11(1), 45-53.
- Zhang, H., & Wang, X. (2023). Hepatotoxicity of Heavy Metals: Mechanisms, Effects, and Approaches to Prevention. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 441, 115357. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2023.115357>
- Zhang, W., Zhang, X., & Zhang, L. (2019). Toxicology of liver damage by pharmaceuticals and environmental toxins. *Archives of Toxicology*, 93(8), 2387-2404. <https://doi.org/10.1007/s00204-019-02410-x>
- Zhang, Y., et al. (2022). Hemotoxin effects on blood coagulation and microvascular damage in mammalian models. *Experimental Biology and Medicine*, 247(6), 520-533. <https://doi.org/10.1177/15353702221105643>
- Zhang, Y., Li, H., & Wang, L. (2023). Cardiotoxicity of Natural Toxins: Molecular Mechanisms and Therapeutic Strategies. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1118-1128.
- Zhang, Z., & Liu, Y. (2024). Advances in Hepatotoxicity Research: New Insights and Future Perspectives. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 58(2), 132-139. <https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000001475>
- Zhao, Y., Liu, F., & Xiong, J. (2021). "Regulation and environmental impacts of herbicides in agroecosystems." *Frontiers in Plant Science*, 12, 672503. doi:10.3389/fpls.2021.672503.
- Zhao, Y., Lu, Q., Wang, J., & Zhou, H. (2018). "Advanced pharmacokinetic modeling for predicting absorption, distribution, metabolism, and excretion of drugs and toxic compounds." *Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology*, 14(4), 339-351. doi:10.1080/17425255.2018.1450295.

Zhu, J., Zhang, L., & Qian, X. (2023). "Bio-based insecticides as an alternative to chemical pesticides: Recent developments and future prospects." *Biotechnology Advances*, 63, 108032. doi:10.1016/j.biotechadv.2023.108032.

BAB 3 | EFEK RACUN PADA ORGANISME

Nurman, S.Si., M.Si.

A. Pendahuluan

Toksisitas merujuk pada tingkat atau potensi kerusakan yang dapat disebabkan oleh suatu zat atau senyawa asing ketika masuk ke dalam organisme. Tingkat toksisitas ini dapat berbeda-beda tergantung pada organ yang terpapar dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, genetik, jenis kelamin, diet, kondisi fisiologis, dan status kesehatan individu.

Tingkat toksisitas ini dapat berbeda-beda tergantung pada organ yang terpapar dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, genetik, jenis kelamin, kondisi fisiologis, dan status kesehatan individu. Sementara itu, toksikan adalah zat kimia yang memiliki tingkat toksisitas tinggi terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya, yang dapat menyebabkan kerusakan atau kematian jika terpapar atau terserap oleh tubuh (Irianti *et al.*, 2017). Toksikan dapat menyebabkan perubahan fisik dan biokimia yang dapat mengarah pada disfungsi sel, perbaikan, adaptasi, karsinogenesis hingga kematian.

Paparan zat beracun yang merusak yang secara khusus mempengaruhi organ target berfungsi sebagai prasyarat penting untuk manifestasi efek toksikologis yang berdampak buruk pada fungsi dan kesehatan organ-organ tersebut. Konsep disposisi xenobiotik mencakup proses rumit penyerapan, distribusi, biotransformasi, dan eliminasi racun, yang semuanya merupakan penentu penting yang mempengaruhi tingkat

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, S. and Horton, W. (2018) 'Effects of Environmental Factors on DNA', in *Green Chemistry*. Elsevier, pp. 109–128. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809270-5.00005-4>.
- Agarwal, S. and Khan, S. (2020) 'Heavy Metal Phytotoxicity: DNA Damage', in, pp. 157–177. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-45975-8_10.
- Booth, L., Poklepovic, A. and Dent, P. (2024) 'Apoptosis', in *Reference Module in Life Sciences*. Elsevier. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822563-9.00120-7>.
- Booton, R.D., Iwasa, Y. and Childs, D.Z. (2019) *How do toxicants affect epidemiological dynamics?*, *Oikos*. Available at: <https://doi.org/10.1111/oik.05654>.
- Burgeot, T. *et al.* (2001) 'Monitoring of Biological effect of Pollutans', in *Biomarkers in Marine Organisms*. Elsevier, pp. 179–213. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-044482913-9/50009-2>.
- Capela e Silva, F. and Rodrigues, C.M.P. (2023) 'Apoptosis – 50 Years after Its Discovery', *Biomedicine*, 11(4), pp. 10–12. Available at: <https://doi.org/10.3390/biomedicine11041196>.
- Chojnacka, K. (2007) 'Bioaccumulation of Cr(III) ions by Blue-Green alga *Spirulina* sp. Part I. A Comparison with Biosorption', *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 2(4), pp. 218–223. Available at: <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2007.218.223>.
- Elisa Nurma Riana, Netty Ino Ischak, C.L.F.H. *et al.* (2023) *Toksikologi Dasar, Yayasan Kita Menulis*.
- Fu, J. and Hu, J. (2019) 'Progress in study on the role of metabolomics in toxic effects of environmental pollutants and the underlying mechanism', *Journal of Central South University*

(*Medical Sciences*), 44(6), pp. 692–700. Available at: <https://doi.org/10.11817/jjssn.l672-7347.2019.06.013>.

Gupta, R., Uttam, P. and Gupta, R.K. (2024) 'Pathophysiology of the Toxic Effects in Metallic Implants', *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 34(1), pp. 79–83. Available at: <https://doi.org/10.1615/JLongTermEffMedImplants.2023046417>.

Irianti, T.T. *et al.* (2017) 'ToksikologiLingkungan'.

Ji, Y. (2020) 'FIU Digital Commons Formation and Repair of Environmentally-induced damage to Mitochondrial and Nuclear Genomes'.

Liu, L. (2020) 'Cellular responses to toxicants', in *An Introduction to Interdisciplinary Toxicology*. Elsevier, pp. 59–68. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813602-7.00005-3>.

Lynes, M.A. (2009) 'Molecular and Cellular Concepts in Toxicology', in *General, Applied and Systems Toxicology*. Wiley. Available at: <https://doi.org/10.1002/9780470744307.gat012>.

Mensching, D. (2012) 'Nervous system toxicity', in *Veterinary Toxicology*. Elsevier, pp. 207–222. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385926-6.00014-4>.

Moe, S.J. *et al.* (2013) 'Combined and interactive effects of global climate change and toxicants on populations and communities', *Environmental Toxicology and Chemistry*, 32(1), pp. 49–61. Available at: <https://doi.org/10.1002/etc.2045>.

Rahimifard, M. and Haghi-Aminjan, H. (2024) 'Levels of effect in toxicology assessment', in *Encyclopedia of Toxicology*. Elsevier, pp. 813–815. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824315-2.00103-2>.

Ray, S.D. *et al.* (2024) 'Apoptosis', in *Encyclopedia of Toxicology*. Elsevier, pp. 731–747. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824315-2.01041-1>.

- Schuermans, S., Kestens, C. and Marques, P.E. (2024) 'Systemic mechanisms of necrotic cell debris clearance', *Cell Death and Disease*, 15(8), pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41419-024-06947-5>.
- Seo, J. *et al.* (2021) 'Necroptosis molecular mechanisms: Recent findings regarding novel necroptosis regulators', *Experimental and Molecular Medicine*, 53(6), pp. 1007–1017. Available at: <https://doi.org/10.1038/s12276-021-00634-7>.
- Untu, I.M. *et al.* (2022) 'Bioakumulasi Senyawa Xenobiotik', p. 194.
- Wallig, M.A. and Janovitz, E.B. (2022) 'Morphologic Manifestations of Toxic Cell Injury', in *Haschek and Rousseaux's Handbook of Toxicologic Pathology*. Elsevier, pp. 113–148. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821044-4.00015-7>.
- Wang, C., Jiao, X. and Liu, G. (2019) 'A toxic effect at molecular level can be expressed at community level: A case study on toxic hierarchy', *Science of The Total Environment*, 693, p. 133573. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.379>.
- Yin, J., Zhang, N. and Wang, H. (2019) 'Liquid chromatography-mass spectrometry for analysis of DNA damages induced by environmental exposure', *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 120, p. 115645. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.115645>.

BAB 4 | PRINSIP DASAR TOKSIKOLOGI

Solihin, S.K.M., M.Kes.

A. Pendahuluan

Toksikologi merupakan ilmu pengetahuan yang ada sejak zaman Sejak perkembangan peradaban manusia dalam mencari makanan, tentu telah mencoba beragam bahan baik botani, nabati, maupun dari mineral. Melalui pengalamannya ini ia mengenal makanan, yang aman dan berbahaya. Dalam konteks ini kata *makanan* dikonotasikan ke dalam bahan yang aman bagi tubuhnya jika disantap, bermanfaat serta diperlukan oleh tubuh agar dapat hidup atau menjalankan fungsinya. Sedangkan kata *racun* merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan dan menggambarkan berbagai bahan "zat kimia" yang dengan jelas berbahaya bagi tubuh.

Dalam perkembangan peradaban modern, masyarakat menuntut perbaikan kondisi kesehatan dan kehidupan, diantaranya makanan bergizi, mutu kesehatan yang tinggi, pakaian, dan sportasi. Untuk memenuhi tujuan ini, berbagai jenis bahan kimia harus diproduksi dan digunakan, banyak diantaranya dalam jumlah besar. Diperkirakan beribu ribu bahan kimia telah diproduksi secara komersial baik di negara-negara industri maupun di negara berkembang. Melalui berbagai cara bahan kimia ini kontak dengan penduduk, dari terlibatnya manusia pada proses produksi, distribusi ke konsumen, hingga berakhir pada tingkat pemakai.

DAFTAR PUSTAKA

- Klaassen, C. and Watkins III, J. B. (2015) Casarett & Doull's Essential of Toxicology. 3rd edn. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Klaassen, Curtis D. (2019) Casarett & Doull's Toxicology; The Basic Science of Poisons. 9rd edn. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Klaassen, Curtis D. (2019) "Toxicology: The Basic Science of Poisons Ninth Edition," Kansas: Mc Graw Hill Education.
- Rahaman Md. Shiblur, Md. Mostafizur Rahman, Nathan Mise, Md. Tajuddin Sikder, Gaku Ichihara, Md. Khabir Uddin, Masaaki Kurasaki, Sahoko Ichihara. (2021) "Environmental Arsenic Exposure and Its Contribution to Human Diseases, Toxicity Mecanism and Management ," Environmental Pollution, 289(2021), hal. 1-17.
- Solihin dkk (2024) " Analisis Risiko Paparan Logam Berat Cr⁶⁺ pada Masyarakat yang Mengonsumsi Ikan Bandeng (chanos chanos) dari Tambak di Sekitar Industri Morosi" Universitas Mandala Waluya. Kendari
- Zhang Yong (2018) "Cell Toxicity Mechanism and Biomarker," Clinical and Translational Medicine, 7(34), hal. 1-6.

BAB 5 | SUMBER DAN JENIS POLUTAN

Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si.

A. Pendahuluan

Dunia internasional saat ini sangat khawatir tentang kontribusi berbagai jenis polutan lingkungan terhadap beban penyakit global, khususnya di negara-negara berkembang, berpendapatan rendah dan menengah. Anetor *et al.* (2022) menyatakan bahwa aktivitas industri, urbanisasi, proyek pembangunan, dan peningkatan aktivitas antropogenik yang melibatkan produksi, pengelolaan, dan pembuangan polutan tidak tepat telah menyebabkan lingkungan sangat tercemar.

Kandari (2024^{abc}) menyatakan bahwa keberadaan polutan, baik karena faktor alam maupun non alam menjadi sumber utama permasalahan lingkungan global, bahkan menjadi salah satu isu terkini masalah lingkungan global, karena jenis dan konsentrasinya di alam terus meningkat seiring pesatnya pembangunan, sehingga memicu fenomena pemanasan global dan perubahan iklim, serta fenomena lainnya. Menurut Kandari (2024^{de}) pesatnya pembangunan di segala bidang, khususnya kemajuan industri dan globalisasi transformasi sosial menjadi sumber terjadinya polutan yang memicu perubahan cuaca, pencemaran udara, tanah, perairan, pergeseran ekosistem hingga terjadinya degradasi lingkungan. Menurut Rajab (2010) kemajuan industri dan globalisasi transformasi sosial dapat mengakibatkan tensi mental manusia yang memicu kegelisahan dan kecemasan, dimana hingga 94% masyarakat Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- Adeaga, A.A.S., Micheal, A.S.A, Eniola Deborah Sokan-Adeaga, Anastasia, N.O., Hoseinzadeh, E., Esther, O.T., Francis, A.B., Muhammad, A., and Oluwatosin, E.A. (2023) *Environmental Toxicants and Health Adversities: A Review on Interventions of Phytochemicals*. Journal of Public Health Research. 2023, Vol. 12(2),1–20.DOI: 0.1177/22799036231181226.journals.sagepub.
- Amin, M. (2021) *Polusi Tanah dan Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia*. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 15 No. 1, Juli 2021: 36-45. ISSN 1907-0799. E-ISSN 2722-7731.
- Andhika R, Lanti Y dan Setyono P. (2014) *Pengaruh Paparan Gas Methan (CH₄), Karbon Dioksida (CO₂) dan Hidrogen Sulfida (H₂S) Terhadap Keluhan Gangguan Pernafasan Pemulung di TPA Sampah Klotok Kota Kediri*. Surakarta: UNS; 2014.
- Anetor, G.O., Nnenna, L.N., Godwin, O. I., Oyebola, S. and John. I. A. (2022) *Environmental Pollutants and Oxidative Stress in Terrestrial and Aquatic Organisms: Examination of the Total Picture and Implications for Man Health*. Front. Physiol., Volume 13 - 2022 | <https://doi.org/10.3389/fphys>.
- [ASE] Australia States of the Environment. (2021) *Air Pollution Types and Sources*.
- Azhar, K., Ika, D. dan Ida, M. (2016) *Kadar Debu Partikulat (PM_{2.5}) dalam Rumah dan Kejadian ISPA pada Balita di Kelurahan Kayuringin Jaya, Kota Bekasi Tahun 2014*. Media Litbangkes, Vol. 26 No. 1, Maret 2016, 45 - 52
- Britannica (2024) *Dictionary Definition of Pollutan*. Encyclopædia. Inc.
- Cao, X., Wang, M., Li, J., Luo, Y., Li, R., Yan, X., & Zhang, H. (2020). *Fine Particulate Matter Increases Airway Hyperresponsiveness Through Kallikrein-Bradykinin Pathway*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 195, 110491.
- Dewi, N.A. (2023) *Partikulat, Polusi Udara yang Sering Tidak Disadari dan Dampaknya*. <https://solarindustri.com/blog/>.

- [EPA] Environmental Protection Agency. (2004) *Toxicological Profile for Ammonia*. U.S. Dep. of Health and Human Services.
- Fadli, R. (2024) *Mengenal Polutan: Pengertian, Jenis, dan Dampaknya*. Halodoc.Jakarta.<https://www.halodoc.com/>.
- Gheorghe, I.F., and Barbu, I. (2011) *The Effects of Air Pollutants on Vegetation and the Role of Vegetation in Reducing Atmospheric Pollution*. See discussions, stats, and author profiles for this publication at:<https://www.researchgate>.
- Hartini E dan Kumalasari RJ. 2015. *Faktor Risiko Paparan Gas Amonia Dan Hidrogen Sulfida Terhadap Keluhan Gangguan Kesehatan Pada 755 Pemulung di TPA Jatikarang Semarang*. Jur. Visikes. Vol. 14(1).
- Hutapea, H.J.T. (2017) *Cemaran Timbal (Pb) Merusak Kesehatan dan Lingkungan*. Analysa Daily.
- Iqbal, M. (2022) *8 Jenis Polutan Berbahaya Bagi Kesehatan Manusia*. Berita Ling.. Jakarta. <https://lindhutan.com/blog/jenis->
- Kandari, A.M. (2023) *Pengaruh Kesehatan Mental dalam Meningkatkan Prestasi Mahasiswa*. Makalah Disampaikan dalam Kegiatan Silaturahmi Mahasiswa Muslim (Silatmus), Dilaksanakan Oleh LDK Ulul Albab UHO 17 Sep. 2023.
- Kandari, A.M. (2024^a) *Permasalahan Lingkungan Global*. **Dalam** Basrudin dan P. Wulan (Ed.). Kimia Lingkungan. Bab 2, Hal. 31-55. ISBN: 978-623-120-051-8. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. A. IKAPI. Jateng. No. 225/JTE/2021. Januari 2024.
- Kandari, A.M. (2024^b) *Isu Terkini Masalah Lingkungan Global*. **Dalam** Rahmawati dan Purwanta (Ed.). Kesehatan Global. Bab 4. Hal. 54-93. ISBN: 978-623-120-586-5. : CV. Eureka Media Aksara. A. IKAPI. Jateng. No. 225/JTE/2021. Apr. 2024.
- Kandari, A.M. (2024^c) *Dampak Lingkungan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. **Dalam** Rahmawati dan Tosepu, R. (Ed). Pemanasan Global dan Perubahan Iklim. Bab. 8; Halaman. 109-143. ISBN 978-623-120-644-2. Penerbit. Eureka Media

- Aksara. Anggota IKAPI Jawa Tengah No. 225/JTE/2021. Mei 2024.
- Kandari, A.M. (2024^d) *Hubungan Pembangunan, Lingkungan dan Bencana. Dalam* Nasrudin dan L. Rosyanti (Ed.). Manajemen Bencana. Bab 4, Hal. 33-63. ISBN : 978-623-120-220-8. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. A.IKAPI. Jateng. Jan 2024.
- Kandari, A.M. (2024^e) *Pencemaran Udara. Dalam* N. Pujirahayu dan R. Tosepu (Ed.). Toksikologi Lingkungan dan Industri. Bab 9. Hal.138-170. ISBN:978-623-120-758-6. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. A. IKAPI. Jateng. No. 225/JTE/2021. Mei 2024.
- Kandari, A.M. (2024^f) *Pengertian dan Ruang Lingkup Audit Lingkungan. Dalam* Basrudin dan R. Tosepu (Ed.) AMDAL dan Audit Lingkungan. Bab 5 Hal. 79-103. ISBN: 978-623-516-080-1. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. Anggota IKAPI. Jateng. No. 225/JTE/2021. Juli 2024.
- Kandari, A.M. (2024^g) *Karakteristik Risiko. Dalam* M.Nirwan dan R. Tosepu (Ed.) Penilaian Risiko Kesehatan Lingkungan. Bab 5 Hal. 00-000. ISBN: 978-623-000-000-0. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. Anggota IKAPI. Jateng. No. 225/JTE/2021. November 2024.
- Kandari, A.M. (2024^h) *Prosedur Penyelesaian Masalah Limbah. Dalam* R. Tosepu dan Basrudin (Ed.) Pengelolaan Limbah. Bab 4, Hal. 54-84. ISBN: 978-623-120-627-5. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. Anggota IKAPI. Jateng. April 2024.
- Laila (2022) *Jenis dan Sumber Polutan serta Dampaknya di Alam.* Blog.Gramedia.
- Miller, GT, Jr. (1979) *Living in the Environment. 2nd Edition. Belmont, California:* Wadsworth Publishing Company.
- Mishra RK, Muhammad N, Roychoudhury N. (2016) *Soil pollution : Causes, Effects and Control.* Tropical Forest Research Institute, Jabalpur, MP, India, 3 (January), Vol. 3(1): 1-14.

- Mojiri A., Zhou J. L., Ohashi A., Ozaki N., Kindaichi T. (2019) *Comprehensive Review of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Water Sources, Their Effects and Treatments*. Sci. Total Environ. 696, 133971. 10.1016/j.scitotenv.133971.
- Mongkhon, S., Torpong T., Pailin, R., Chamard, W., Jeffrey, J.S. (2020) *The Contribution of Particulate Matter to Respiratory Allergy: A Review of Current Evidence*. Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology 38(1). DOI:10.12932/AP-100619-579
- Mukhtasor. (2007) *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Jakarta Pradnya Pramita
- Nawawi, H. (2013) *Pengertian dan Macam Macam Polutan (Zat Pencemar) Air Udara Tanah*. <http://hamdannawawi.blogspot>.
- Nowak DJ, Hirabayashi S, Doylec M, McGovern M, Pasherc J. (2018) *Air Pollution Removal By Urban Forests In Canada and Its Effect On Air Quality And Human Health*. Urban Forestry and Urban Greening. 29: 40-48.
- Nwobi N. L., Nwobi J. C., Adejumo E. N., Usiobeigbe O. S., Adetunji O. A., Atulomah N. O., et al. (2021). *Blood Lead Levels, Calcium Metabolism and Bone-Turnover Among Automobile Technicians in Sagamu, Nigeria: Implications for Elevated Risk of Susceptibility to Bone Diseases*. Toxicol. Ind. Health 37 (11), 705-713.
- Patil, A. (2024) *Classifications of Pollutants - Environment Notes*. <https://prepp.in/news/e-492-classific-of-pollutants>.
- Persson L, Carney Almroth BM, Collins CD, Cornell S, de Wit CA, Diamond ML, et al. (February 2022). "Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities". Environmental Science & Technology. 56 (3).
- [QIA] Quality Index Air (2023) *World Air Quality Report 2022 WHO PM2.5 Air Pollution*. World Press Com.
- Rajab, K. (2010) *Psikologi Iman sebagai Penguatan Nilai Teologis dalam Kes.hatan Mental Islam*. J.Sosio-Religia, Vol.9,No. 3.

- Santi, D.N. (2001) *Pencemaran Udara oleh Timbal (Pb) serta Penanggulangannya*. F.Kedokteran USU. Digital library.
- Singh, A.A., Rana, E., Madhoolika A., Shashi, B.A. (2022) *Air Pollution: Sources and its Effects on Humans and Plants*. International Journal of Plant and Environment 8(01):10-24. DOI:10.18811.
- Sinolungan, J.S.V. (2009) *Dampak Polusi Partikel Debu dan Gas Kendaraan Bermotor Pada Volume dan Kapasitas Paru*. Jurnal Biomedik, Volume 1, No 2, Juli 2009, hlm. 65-80.
- Soedomo, M. (2001) *Pencemaran Udara*. Bandung. ITB.
- Sukarman, Gani RA, Asmarhansyah. (2020) *Tin Mining Process And Its Effects on Soils In Bangka Belitung Islands Province, Indonesia*. SAINS TANAH - Journal of Soil Science and Agroclimatology, 17(2): 180-189. Doi: 10.20961/stjssa.v17i2.3.
- Sutar, S dan Suresh, S. (2014) *Noise Pollution – Sources, Effects and Control*. Jurnal International Research Journal of Environment Sciences, Vol.3, No. 12, 2014.
- Tsai H.-J., Wu P.-Y., Huang J.-C., Chen S.-C. (2021) *Environmental Pollution and Chronic Kidney Disease*. Int. J. Med. Sci. 18 (5), 1121–1129. 10.7150/ijms.51594 [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar].
- [USEPA] United State Environmental Protection Agency. (2015) *Integrated Science Assessment for Oxides of Nitrogen – Health Criteria (Second External Review Draft)* United States Environmental Protection Agency.<https://cfpub.epa.gov/ncea/>
- Vogel, C.F.A. et al. (2020) *The Aryl Hydrocarbon Receptor As a Target of Environmental Stressors - Implications for Pollution Mediated Stress And Inflammatory Responses*, Redox biology, 34. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.REDOX.2020.1015>.

- Wang, L., Huang, R., Shi, W., & Zhang, C. (2021) *Domino Effect In Marine Accidents: Evidence From Temporal Association Rules*. *Transport Policy*, 103 (January), 236–244. <https://doi.org/1016/>
- Wang Y, Li J, Wang L, Lin Y, Zhou M, Yin P, et al. (2021) *The Impact of Carbon Monoxide on Years of Life Lost and Modified Effect By Individual- and City-Level Characteristics: Evidence From a Nationwide Time-Series Study In China*. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2021; 210 : 111884. <https://doi.org/10.1016/j.eco>
- Wardoyo, A.Y.P. (2016) *Emisi Praktikutat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Malang : Brawijaya.
- Wenas, R. A., Pinontoan, O. R., & Sumampouw, O. J. (2020). *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Sulfur Dioksida (SO₂) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) di Sekitar Kawasan Shopping Center Manado Tahun 2020*. *Indonesian Journal of Public Health and Community Medicine*, 1(2), 053-058.
- [WHO] World Health Organization (2023) *Radiation and Health*. <https://www.who.int/news-room/questions-and-item/.rd>.
- Yunita, R. D. dan Kiswandono, A, A. (2017) *Kajian Indeks Standar Pencemarn (ISPU) Sulfur Dioksida (SO₂) sebagai Polutan Udara Pada Tiga Lokasi di Kota Bandar Lampung*. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, Vol 2 No 1.
- Zaghloul A., Saber M., Gadow S., Awad F. (2020) *Biological Indicators for Pollution Detection in Terrestrial and Aquatic Ecosystems*. *Bull. Natl. Res. Cent.* 44 (1), 1–11.

BAB 6 | TOKSIKOLOGI TANAMAN

Siti Rabbani Karimuna, S.K.M., M.P.H.

A. Pendahuluan

Tanaman beracun dapat diklasifikasikan menurut sifat kimia dari konstituen beracunnya, hubungan filogenetiknya, atau karakteristik botaninya. Klasifikasi berikut, yang didasarkan pada efek toksiknya, telah terbukti berguna: (1) tanaman yang beracun untuk dimakan, (2) tanaman yang beracun saat bersentuhan, (3) tanaman yang menghasilkan fotosensitisasi, dan (4) tanaman yang menghasilkan alergi di udara (Rukmana, Mukhtar and Zulkarnain, 2021).

Racun tumbuhan, atau fitotoksin, terdiri dari berbagai macam zat kimia yang aktif secara biologis, seperti alkaloid, polipeptida, amina, glikosida, oksalat, resin, toksalbumin, dan sekelompok besar senyawa lain-lain yang struktur kimianya belum ditentukan. Alkaloid, yang sebagian besar ditemukan pada tumbuhan, ditandai dengan adanya nitrogen dan kemampuannya untuk bergabung dengan asam untuk membentuk garam. Mereka biasanya rasanya pahit. Diperkirakan sekitar 10 persen spesies tanaman mengandung beberapa jenis alkaloid. Hanya beberapa dari 5.000 alkaloid yang dikarakterisasi sejauh ini tidak menghasilkan aktivitas biologis apa pun; Sebagian besar menyebabkan reaksi fisiologis yang kuat ketika diberikan pada hewan. Amina adalah senyawa organik yang mengandung nitrogen. Polipeptida adalah rangkaian tiga atau lebih asam amino. Beberapa polipeptida dan

DAFTAR PUSTAKA

- Adfa, M. (2005) 'Survey etnobotani , studi senyawa flavonoid dan uji brine shrimp beberapa tumbuhan obat tradisional suku Serawai di Propinsi Bengkulu', *Jurnal Gradien*, 1(1), pp. 43–50.
- Ezuruike, U.F. and Prieto, J.M. (2014) 'The use of plants in the traditional management of diabetes in Nigeria: Pharmacological and toxicological considerations', *Journal of Ethnopharmacology*, 155(2), pp. 857–924. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.05.055>.
- Rukmana, R., Mukhtar, M. and Zulkarnain (2021) 'Kajian etnobotani untuk menggali potensi tanaman obat', *Prosiding Biologi Achieving the Sustainable Development Goals with Biodiversity in Confronting Climate Change*, 1(November), pp. 232–236. Available at: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>.
- Sangi, M. *et al.* (2008) 'Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat Di Kabupaten Minahasa Utara', *Chem. Prog*, 1(1), pp. 47–53.
- Santos, C.L.V., Pourrut, B. and Ferreira de Oliveira, J.M.P. (2015) 'The use of comet assay in plant toxicology: Recent advances', *Frontiers in Genetics*, 6(JUN). Available at: <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00216>.
- Tumbol, M.V.L., Rambli, E.V. and Mamuaya, T. (2018) 'Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Kulit Batang Pakoba (Tricalysia Minahassae) terhadap Gambaran Histopatologi Hepar dan Ginjal pada Tikus Putih Jantan (Rattus Norvegicus)', *Kesmas*, 7(5), pp. 1–16.

BAB 7 | TOKSIKOLOGI PANGAN

Ariana Sumekar, S.K.M., M.Sc.

A. Pendahuluan

Pangan yang aman sangat menunjang kelangsungan kehidupan bagi masyarakat, planet kita, dan sektor ekonomi. Dengan menyadari hubungan yang bersifat sistemik antara kesehatan masyarakat, hewan, tumbuh-tumbuhan, lingkungan hidup, dan perekonomian dapat membantu kita dalam memenuhi kebutuhan di masa depan.

Berdasarkan cara memperolehnya, pangan dapat dibedakan menjadi :

1. Pangan mentah, yaitu bahan makanan yang masih mentah (tanpa proses pengolahan) namun sudah dapat dikonsumsi secara langsung, atau dari makanan mentah menjadi bahan baku dalam proses produksi makanan.
2. Pangan Olahan, yaitu makanan yang telah diproses dengan cara tertentu dengan menambahkan atau tidak menambahkan bahan lain.
3. Pangan Olahan Tertentu, yaitu makanan yang telah diproses yang ditujukan untuk kelompok khusus dengan tujuan meningkatkan Kesehatan.

Keamanan bahan makanan menjadi tanggungjawab Bersama antara produsen makanan dan masyarakat. Keamanan makanan harus dijamin mulai dari proses produksi hingga penyajian yang siap untuk dimakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariens, E. . (1986). *Toxikology*. Gadjah Mada Press.
- Bolognesi. (2003). Genotoxicity of Pesticides: A Review of Human Biomonitoring Studies. *Mutation Research*, 543(3), 251–272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383574203000152?via%3Dihub>
- Chrismyanti, Ni Kadek Sinta Dwi Suastini, Kadek Denik Cawis, Ni Luh Suras Amoura Dewi, Ni Luh Suras Amoura, N. W. S. (2021). Pengaruh Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale*.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Shigella Dysenteriae*. *Hang Tuah Medical Journal*, 18(2), 136. <https://doi.org/10.30649/htmj.v18i2.478>
- Djojosumarto, P. (2008). *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka.
- Indraningsih. (2006). Sumber Kontaminan Dan Penanggulangan Residu Pestisida Pada Pangan Produk Peternakan : Suatu Tinjauan. *Wartazoa*, 16(2), 92–108.
- Jenni, A., & Suhartono, N. (2014). Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati (Studi Pada Wanita Usia Subur di Daerah Pertanian Kota Batu) Pesticide Exposure history relationship with Genesis Impaired Liver Function (Studies in women of chilbearing-age in the Regional Agriculture Batu). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 13(2), 62–65.
- Manurung, I. R., Pinem, M. I., & Lubis, L. (2014). Uji antagonisme jamur endofit terhadap *Cercospora oryzae* Miyake dan *Culvularia lunata* (Wakk) Boed. dari tanaman padi di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4), 1563–1571.
- Pamungkas, O. S. (2016). Bahaya Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia. *Bioedukasi*, 14(1), 27–31.
- Sirait, S. D., Listianti, E., & Ningsih, D. P. (2019). 134-660-1-Pb. 43(2), 60–68.

Soedarto. (2009). *Penyakit Menular di Indonesia*. Sagung Seto.

Tjokroprawiro. (2015). *Ilmu Penyakit Dalam*. Airlangga University Press.

BAB 8 | PENGELOLAAN LIMBAH BERBAHAYA

Novita Sekarwati, S.K.M., M.Si.

A. Pendahuluan

Sampah/limbah merupakan sisa suatu kegiatan usaha yang tidak terpakai dan tidak digunakan kembali. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun adalah hasil samping kegiatan yang memiliki bahan berbahaya dan toxic. ("PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun", 2014).

Sedangkan menurut Pasal 18 PP Nomor 1999, Limbah B3 merujuk pada sisa-sisa dari hasil samping yang memiliki bahan yang berbahaya serta toxic, yang ditentukan berdasarkan sifat serta tingkatan kuantitasnya. Sampah/limbah tersebut dapat menimbulkan cemaran dan merugikan lingkungan hidup, sehingga menimbulkan kerugian terhadap kondisi biotik dan abiotik di sekitar lingkungan, kesehatan, dan sustainable hidup antara manusia dengan kehidupan lainnya (Buteikienè, 2008).

Oleh karena itu, limbah berbahaya harus dibuang dengan cara yang tidak berdampak pada organisme hidup atau lingkungan. Pengelolaan Limbah B3 mencakup kegiatan meliputi pengurangan (Meminimalkan), penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan (Pemindahan), pemanfaatan, mengolah, serta pembuangan ("PP No 101/2014).

B. Jenis Limbah/Sampah Berbahaya

Limbah berbahaya dibagi beberapa kategori/karakteristik.

1. Menurut kategori/karakteristik bahayanya:

- a. Karakteristik 1
- b. Karakteristik 2

DAFTAR PUSTAKA

- Ariens, E. . (1986). *Toxikology*. Gadjah Mada Press.
- Bolognesi. (2003). Genotoxicity of Pesticides: A Review of Human Biomonitoring Studies. *Mutation Research*, 543(3), 251–272. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383574203000152?via%3Dihub>
- Chrismyanti, Ni Kadek Sinta Dwi Suastini, Kadek Denik Cawis, Ni Luh Suras Amoura Dewi, Ni Luh Suras Amoura, N. W. S. (2021). Pengaruh Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale*.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Shigella Dysenteriae*. *Hang Tuah Medical Journal*, 18(2), 136. <https://doi.org/10.30649/htmj.v18i2.478>
- Direktorat Pekerjaan Umum, P., Jenderal, D. and Marga, B. (2021) 'Standar Operasional Prosedur Pengelolaan Limbah B3'.
- Djojosumarto, P. (2008). *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka.
- Dwipayana, C.A.W., Moersidik, S.S. and Pratama, M.A. (2019) 'Perbandingan Laju Lindi Landfill Kelas I dan II untuk Limbah NORM dari Industri Minyak dan Gas Bumi Menggunakan Model Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP)', *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 4(2), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v4i2.1306>.
- Edorita, W. (2014) 'Aspek Hukum Pengangkutan Limbah B-3 Lintas Batas Negara Dalam Hukum Lingkungan Internasional Dan Nasional', *Jurnal Ilmu Hukum*, 4(2), p. 256. Available at: <https://doi.org/10.30652/jih.v3i2.1821>.
- Indraningsih. (2006). Sumber Kontaminan Dan Penanggulangan Residu Pestisida Pada Pangan Produk Peternakan : Suatu Tinjauan. *Wartazoa*, 16(2), 92–108.

- Jenni, A., & Suhartono, N. (2014). Hubungan Riwayat Paparan Pestisida dengan Kejadian Gangguan Fungsi Hati (Studi Pada Wanita Usia Subur di Daerah Pertanian Kota Batu) Pesticide Exposure history relationship with Genesis Impaired Liver Function (Studies in women of childbearing-age in the Regional Agriculture Batu). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 13(2), 62-65.
- Manurung, I. R., Pinem, M. I., & Lubis, L. (2014). Uji antagonisme jamur endofit terhadap *Cercospora oryzae* Miyake dan *Culvularia lunata* (Wakk) Boed. dari tanaman padi di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4), 1563-1571.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021) 'Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2021 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun', *Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia*, (April), pp. 5-24.
- Mulya, W. (2021) 'PENYIMPANAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN STUDI KASUS PADA PT . SERASI MITRA MOBIL DI BALIKPAPAN HAZARDOUS AND TOXIC WASTE STORAGE CASE STUDY AT PT . SERASI MITRA MOBIL IN BALIKPAPAN', 7(2), pp. 447-454.
- Pamungkas, O. S. (2016). Bahaya Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Manusia. *Bioedukasi*, 14(1), 27-31.
- Peraturan Pemerintah RI (2021) 'Peraturan Pemerintah RI No. 12 Tahun 2021', (086436).
- PP No 101 Tahun 2014 (2014) 'PP No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun', *Procedia Manufacturing*, 1(22 Jan), pp. 1-17.
- Purwanti, A.A. (2018) 'PENGELOLAAN LIMBAH PADAT BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) RUMAH SAKIT DI RSUD Dr.SOETOMO SURABAYA', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(3), pp. 291-298.

- Putri, A.P. and Sukandar, S. (2013) 'Studi Pemanfaatan Limbah B3 Sludge Produced Water Sebagai Bahan Baku Refuse Derived Fuel (Rdf)', *Jurnal Teknik Lingkungan*, 19(1), pp. 1-10. Available at: <https://doi.org/10.5614/jtl.2013.19.1.1>.
- Santanamihardja, G.M. and Handiani, D.N. (2024) 'KAJIAN PENENTUAN LOKASI PENIMBUNAN AKHIR (LANDFILL)', *Junal Reka Lingkungan*, 12(2), pp. 105-116.
- Sidik, A.A. and Damanhuri, E. (2012) 'STUDY OF MANAGEMENT OF HAZARDOUS WASTE IN THE LABORATORIES OF ITB', *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(April), pp. 12-20.
- Sirait, S. D., Listianti, E., & Ningsih, D. P. (2019). 134-660-1-Pb. 43(2), 60-68.
- Soedarto. (2009). *Penyakit Menular di Indonesia*. Sagung Seto.
- Tia Amina Setiawati, Endah Wulandari, Komarudin, E.D. (2019) 'Sistem Dokumentasi Pengolahan Limbah Cair Beracun dan Berbahaya (B3) di Laboratorium Jasa Uji', *Indonesian Journal Of Laboratpry*, 1(2), pp. 41-48.
- Tjokroprawiro. (2015). *Ilmu Penyakit Dalam*. Airlangga University Press.
- Utami, K.T. (2018) 'PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN', *Jurnal Presipitasu*, 15(2), pp. 127-132.
- Yurnalisdel (2023) 'ANALISIS PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI INDONESIA', *Jurnal Syntax Dmiration*, 4(2), pp. 201-208.

BAB 9 | PENCEMARAN PERAIRAN

Ibnu Rois, S.S.T., M.Ling.

A. Pendahuluan

Pencemaran perairan adalah salah satu tantangan utama lingkungan yang dapat mengancam kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem. Secara global, sekitar 80% limbah air dari kegiatan domestik, industri, dan pertanian dibuang ke badan air tanpa pengolahan yang memadai, menyebabkan penurunan kualitas air yang semakin luas (United Nations, 2024). Situasi ini menyebabkan lebih dari 2 miliar orang tidak memiliki akses terhadap air bersih dan sanitasi yang layak, serta meningkatkan risiko diare, kolera, dan infeksi parasit yang berasal dari air (WHO, 2018). Selain itu, ekosistem perairan menjadi rusak akibat kontaminasi logam berat, senyawa organik toksik, dan mikroplastik, yang merusak biodiversitas serta fungsi ekologisnya.

Di Indonesia, permasalahan pencemaran perairan lebih beragam dengan faktor-faktor seperti kepadatan populasi, urbanisasi, dan pengelolaan limbah yang buruk. Sungai-sungai utama seperti Citarum dan Brantas tercemar oleh limbah domestik, limbah industri, dan sampah plastik, menjadikannya salah satu badan air paling tercemar di dunia (Setiady, 2017). Data menunjukkan bahwa hanya 14% limbah domestik di Indonesia yang diolah dengan baik sebelum dibuang, sementara sisanya mencemari sumber daya air (BPS, 2023). Akibatnya, dampak kesehatan masyarakat seperti diare dan keracunan

DAFTAR PUSTAKA

- Allan, J.D. and Castillo, M.M. (2007) *Stream Ecology: Structure and function of running waters*. Springer Science & Business Media.
- Astuti, L. *et al.* (2022) 'Water Quality and Eutrophication in Jatiluhur Reservoir, West Java, Indonesia', *Polish Journal of Environmental Studies*, 31. Available at: <https://doi.org/10.15244/pjoes/142475>.
- Bansal, R.C. and Goyal, M. (2005) *Activated Carbon Adsorption*. 1st edn. Boca Raton: CRC Press.
- Basuki, T.M. *et al.* (2024) 'Water Pollution of Some Major Rivers in Indonesia: The Status, Institution, Regulation, and Recommendation for Its Mitigation', 33(4), pp. 3515–3530. Available at: <https://doi.org/10.15244/pjoes/178532>.
- Berg, M. *et al.* (2001) 'Arsenic Contamination of Groundwater and Drinking Water in Vietnam: A Human Health Threat', *Environmental Science & Technology*, 35(13), pp. 2621–2626. Available at: <https://doi.org/10.1021/es010027y>.
- BPS (2023) 'STATISTIK LINGKUNGAN HIDUP INDONESIA 2023', in *STATISTIK LINGKUNGAN HIDUP INDONESIA 2023*. Jakarta. Available at: <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/d3456ff24f1d2f2cfd0ccbb0/statistik-lingkungan-hidup-indonesia-2023.html>.
- Budiyanto, F. (2015) 'Bioaccumulation of mercury in the muscle and liver of stingrays from Jakarta Bay'.
- Burke, L. *et al.* (2011) *Reefs at Risk Revisited, Reefs at Risk Revisited*.
- Carpenter, S.R. *et al.* (1998) 'NONPOINT POLLUTION OF SURFACE WATERS WITH PHOSPHORUS AND NITROGEN', *Ecological Applications*, 8(3), pp. 559–568. Available at: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1998\)008\[0559:NPOSWW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1998)008[0559:NPOSWW]2.0.CO;2).
- Carson, R. (2002) *Silent spring*. 50. anniversary ed., 1. Mariner Books ed. Boston: Mariner Books, Houghton Mifflin Harcourt.

- Chan, L.H.M. (2019) *Mercury and Methylmercury Toxicology and Risk Assessment*. Erscheinungsort nicht ermittelbar: MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Chapman, D. (1996) *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition*. 2nd edn. London: UNESCO. Available at: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://iris.who.int/bitstream/10665/41850/1/0419216006_eng.pdf.
- Connell, D.W. *et al.* (2009) *Introduction to Ecotoxicology*. John Wiley & Sons.
- DAY, R. *et al.* (1997) 'Effects of the Exxon Valdez Oil Spill on Habitat Use by Birds along the Kenai Peninsula, Alaska', *The Condor*, 99. Available at: <https://doi.org/10.2307/1370484>.
- De Silva, S.L. (2005) 'Volcanic Eruptions and Their Impact on the Earth'S Climate', in J.E. Oliver (ed.) *Encyclopedia of World Climatology*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 788-794. Available at: https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_221.
- Dewangan, N. (2023) *Biodegradation vs. Bioremediation: 6 Differences, Examples*. Available at: <https://microbenotes.com/biodegradation-and-bioremediation/> (Accessed: 24 November 2024).
- Diaz, R. and Rosenberg, R. (2008) 'Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems', *Science (New York, N.Y.)*, 321, pp. 926-9. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1156401>.
- Euis Kusumarini and Servasius Embon (2020) 'PENTINGNYA PENYEDIAAN FASILITAS AIR BERSIH DI LINGKUNGAN SEKOLAH AGAR MENCIPTAKAN LINGKUNGAN YANG BERSIH DAN SEHAT DI SDN 020 SAMARINDA UTARA', *Pendas Mahakam : Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 5(1), pp. 87-92. Available at: <https://doi.org/10.24903/pm.v5i1.1089>.

- Fujigaki, Yūko and Fujigaki, Yuko (2015) *Lessons from Fukushima: Japanese case studies on science, technology and society*. Cham [Suisse]: Springer.
- Gleick, P.H. (1993) *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press.
- Grandjean, P. and Landrigan, P.J. (2014) 'Neurobehavioural effects of developmental toxicity', *The Lancet Neurology*, 13(3), pp. 330–338. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(13\)70278-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(13)70278-3).
- Hering, D. *et al.* (2010) 'The European Water Framework Directive at the age of 10: A critical review of the achievements with recommendations for the future', *Science of The Total Environment*, 408(19), pp. 4007–4019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.05.031>.
- Ifa, L. *et al.* (2021) *BIOADSORBEN DAN APLIKASINYA*. 1st edn. Solok-Sumbar: YAYASAN PENDIDIKAN CENDEKIA MUSLIM.
- Kannel, P. *et al.* (2007) 'Chemometric application in classification and assessment of monitoring locations of an urban river system', *Analytica chimica acta*, 582, pp. 390–9. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.09.006>.
- King, R.B., Long, G.M. and Sheldon, J.K. (1998) *Practical environmental bioremediation: the field guide*. Boca Raton: Lewis Publ.
- KLHK (2019) *Laporan Status Lingkungan Hidup Indonesia 2015*. Jakarta: Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup. Available at: <chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/1157/230626140433Report%20IKLH%202015%20-%202018.pdf>.
- Krause, P., Boyle, D.P. and Bäse, F. (2005) 'Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment', *Advances in Geosciences*, 5, pp. 89–97. Available at: <https://doi.org/10.5194/adgeo-5-89-2005>.

- Mason, R.P., Fitzgerald, W.F. and Morel, F.M.M. (1994) 'The biogeochemical cycling of elemental mercury: Anthropogenic influences', *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(15), pp. 3191–3198. Available at: [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(94\)90046-9](https://doi.org/10.1016/0016-7037(94)90046-9).
- Metcalf & Eddy (2013) *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. McGraw-Hill Education.
- Newman, L. (2023) *Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants, Volume 7*. 1st ed. Cham: Springer International Publishing AG.
- Noyes, P.D. *et al.* (2009) 'The toxicology of climate change: Environmental contaminants in a warming world', *Environment International*, 35(6), pp. 971–986. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.02.006>.
- Peraturan Pemerintah RI (2021) *Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- Peterson, C. *et al.* (2004) 'Long-Term Ecosystem Response to the Exxon Valdez Oil Spill', *Science (New York, N.Y.)*, 302, pp. 2082–6. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1084282>.
- Rand, G.M. (2020) *Fundamentals Of Aquatic Toxicology | Effects, Environmental Fate And R*. 2nd edn. Boca Raton: CRC Press. Available at: <https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9781003075363/fundamentals-aquatic-toxicology-gary-rand> (Accessed: 24 November 2024).
- Savage, N. and Diallo, M.S. (2005) 'Nanomaterials and Water Purification: Opportunities and Challenges', *Journal of Nanoparticle Research*, 7(4–5), pp. 331–342. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11051-005-7523-5>.
- Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M. and Imboden, D.M. (2016) *Environmental Organic Chemistry*. 2nd edn. Canada: John Wiley & Sons.

- Setiady, T. (2017) 'PENCEGAHAAN PENCEMARAN AIR SUNGAI CITARUM AKIBAT LIMBAH INDUSTRI', *Yustitia*, 3(2), pp. 185–198. Available at: <https://doi.org/10.31943/yustitia.v3i2.67>.
- Sindern, S. *et al.* (2016) 'Heavy metals in river and coast sediments of the Jakarta Bay region (Indonesia) – Geogenic versus anthropogenic sources', *Marine Pollution Bulletin*, 110(2), pp. 624–633. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.003>.
- Smedley, P.L. and Kinniburgh, D.G. (2002) 'A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters', *Applied Geochemistry*, 17(5), pp. 517–568. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(02\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(02)00018-5).
- Smith, A., Lingas, E. and Rahman, M. (2000) 'Contamination of drinking water by arsenic in Bangladesh: A public health emergency', *Bulletin of the World Health Organisation*, 83, pp. 177–186. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0042-96862000000900005>.
- Stumm, W. and Morgan, J.J. (2013) *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. 3rd edn. California: John Wiley & Sons.
- Thakur, P. *et al.* (2015) 'Environmental and health impacts of February 14, 2014 radiation release from the nation's only deep geologic nuclear waste repository', *Journal of Environmental Radioactivity*, 146, pp. 6–15. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.03.034>.
- Triastuti *et al.* (2023) *Ekologi dan Pencemaran Lingkungan*. 1st edn. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- UNEP (2016) *A Snapshot of the World's Water Quality: Towards a global assessment*. KENYA: UNEP.
- UNEP (ed.) (2019) *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. 1st edn. Cambridge University Press. Available at: <https://doi.org/10.1017/9781108627146>.

- United Nations (2024) *UN World Water Development Report 2024, UN-Water*. Available at: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2024> (Accessed: 23 November 2024).
- USEPA (2016) 'Toxicity Identification Evaluation: Characterization of Chronically Toxic Effluents.', in. Washington, DC: US Environmental Protection Agency.
- Walker, C.H. *et al.* (2012) *Principles of Ecotoxicology*. 4th edn. London: CRC Press. Available at: <https://www.routledge.com/Principles-of-Ecotoxicology/Walker-Sibly-Hopkin-Peakall/p/book/9781439862667> (Accessed: 23 November 2024).
- Wetzel, R.G. (2001) *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd edn. San Diego, California: Academic Press.
- WHO (2004) 'Frequently asked questions on DDT use for disease vector control', in. Geneva: WHO.
- WHO (2017) *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum*. 4th edn. Swiss: WHO. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950> (Accessed: 24 November 2024).
- WHO (2018) *WHO Water, Sanitation, and Hygiene Strategi 2018-2025*. 1st edn. Geneva: WHO.
- Zaman, N. *et al.* (2023) *Manajemen Kualitas Air*. 1st edn. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Zhang, H. *et al.* (2016) 'Heavy Metal Concentrations and Risk Assessment of Sediments and Surface Water of the Gan River, China', *Polish Journal of Environmental Studies*, 25. Available at: <https://doi.org/10.15244/pjoes/62100>.

BAB 10 | TOKSIKOLOGI

Dr. Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc.

A. Pengantar

Toksikologi adalah ilmu yang bertujuan untuk menetapkan batas aman penggunaan bahan kimia agar tidak menimbulkan risiko bagi makhluk hidup, sebagaimana diungkapkan oleh (LaFollette and Shanks, 1995). Bidang ini tidak hanya mempelajari efek racun pada organisme seperti hewan, tumbuhan, dan manusia, tetapi juga mendalami mekanisme yang menyebabkan kerusakan atau cedera akibat paparan zat beracun. Dalam toksikologi, perhatian utama tidak hanya pada identifikasi efek toksik, tetapi juga pada cara bahan kimia bekerja dalam tubuh organisme, termasuk bagaimana bahan tersebut memengaruhi sel, jaringan, dan organ, serta interaksinya dengan proses biologis. Ilmu ini mencakup berbagai dimensi, mulai dari penilaian risiko hingga pengembangan strategi pencegahan untuk meminimalkan dampak negatif bahan berbahaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiawan, R.N. (2008) 'Peran toksikologi forensik dalam mengungkap kasus keracunan dan pencemaran lingkungan', *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*, 1, p. 282201.
- Carrington, C.D. and Bolger, P.M. (2010) 'The limits of regulatory toxicology', *Toxicology and applied pharmacology*, 243(2), pp. 191–197.
- CASARETT, L.J. (1972) 'The vital sacs: Alveolar clearance mechanisms in inhalation toxicology', in *Essays in toxicology*. Elsevier, pp. 1–36.
- Collins, F.S., Gray, G.M. and Bucher, J.R. (2008) 'Transforming environmental health protection', *Science*, 319(5865), pp. 906–907.
- Duffus, J.H. (1980) *Environmental Toxicology*.
- Hasian, I., Miracle, J. and Yusuf, H. (2024) 'Peran Toksikologi Forensik pada Tindak Pidana Pembunuhan Menggunakan Zat Berbahaya', *Jurnal Intelek Dan Cendikiawan Nusantara*, 1(2), pp. 2750–2756.
- Iswara, I. and Yonata, A. (2016) 'Efek toksik konsumsi monosodium glutamate', *Majority*, 5(3), pp. 100–104.
- Kamaludin, A.M.R. and Holik, H.A. (2022) 'Indonesian Journal of Biological Pharmacy', *Journal homepage: <https://jurnal.unpad.ac.id/ijbp>*, 2(2), pp. 59–66.
- Keman, S. (2020) *Pengantar Toksikologi Lingkungan*. Airlangga University press.
- Koentjaraningrat, S.T.A.I. and Nasional, I. (1987) 'Jakarta', *Patai, Rapael Golden River to Go* [Preprint].
- Kunsah, B., Kartikorini, N. and Rahmawati, R. (2019) 'Modul Pratikum Toksikologi Klinik'.

- LaFollette, H. and Shanks, N. (1995) 'Two models of models in biomedical research', *The Philosophical Quarterly* (1950-), 45(179), pp. 141-160.
- Loomis, T.A. (1978) 'Toksikologi dasar', *Penerjemah: IA Donatus. Yogyakarta: Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada* [Preprint].
- Lucier, G.W. (1996) 'Mechanism-based toxicology in cancer risk assessment: implications for research, regulation, and legislation.', *Environmental Health Perspectives*, 104(1), pp. 84-88.
- Luthfi, M.J. (2013) 'Analisis Kualitas Sperma Hewan Uji: Metode Penghitungan Bilangan Sperma Epididimis Tikus', *Kaunia Jurnal Sains dan Teknologi*, 9(1), pp. 32-39.
- Majid, D. and Kim, I.-K. (2019) 'Sintesis dan aplikasi ferrat sebagai green chemical dalam pengolahan Limbah', *SNHRP*, 2, pp. 184-189.
- Manciocco, A., Calamandrei, G. and Alleva, E. (2014) 'Global warming and environmental contaminants in aquatic organisms: the need of the etho-toxicology approach', *Chemosphere*, 100, pp. 1-7.
- Nainggolan, H. *et al.* (2023) *GREEN TECHNOLOGY INNOVATION: Transformasi Teknologi Ramah Lingkungan berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Prasasti, C.I., Mukono, J. and Sudarmaji, S. (2006) 'Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 2(2), p. 3956.
- Prihatiningsih, D. (2023) *Toksikologi: Pengenalan Terhadap Toksin dan Efeknya PADA Tubuh Manusia*. wawasan Ilmu.
- Reichl, F.-X. and Schwenk, M. (2014) *Regulatory toxicology*. Springer.
- Ridzal, D.A. *et al.* (2024) 'BIOLOGI LINGKUNGAN'.

- Saepudin, S.S. (2019) 'GAMBARAN PENGGUNAAN MEDIA SOSIAL UNTUK PENELUSURAN INFORMASI TENTANG OBAT DI KALANGAN MAHASISWA S1 FARMASI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA'. Universitas Islam Indonesia.
- Sembel, D.T. (2015) *Toksikologi lingkungan*. Penerbit Andi.
- Sianipar, N.F. and Purnamaningsih, R. (2018) 'Enhancement of the contents of anticancer bioactive compounds in mutant clones of rodent tuber (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) based on GC-MS analysis.', *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41(1).
- Simarmata, P.W. (2024) 'IZIN KELUARGA DALAM PEMBUKTIAN TINDAK PIDANA KASUS PEMBUNUHAN MELALUI PEMERIKSAAAN KEDOKTERAN FORENSIK DI WILAYAH HUKUM POLDA RIAU', *Dinamika Hukum*, 25(2), pp. 212-224.
- Sinta, N. (2021) 'GAMBARAN KADAR KARBOKSIHEMOGLOBIN (COHb) PADA MAHASISWA PENGENDARA SEPEDA MOTOR DI SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN NASIONAL'. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional.
- Truhaut, R. (1975) 'Ecotoxicology – A new branch of toxicology: A general survey of its aims methods, and prospects', in *Ecological Toxicology Research: Effects of Heavy Metal and Organohalogen Compounds*. Springer, pp. 3-23.
- Truhaut, R. (1977) 'Ecotoxicology: objectives, principles and perspectives', *Ecotoxicology and environmental safety*, 1(2), pp. 151-173.
- Usman, M.N.A. (no date) 'Analisis Prinsip Green Chemistry pada Buku Teks IPA Kelas X Kurikulum Merdeka'. Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

- Widyawati, W. (2007) 'Efek ekstrak daun sambung nyawa (*Gynura procumbens* (Lour) Merr.) Terhadap kadar metil merkuri darah dan karakteristik eritrosit tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) Paska pemaparan metil merkuri klorida'.
- Winder, C. and Stacey, N.H. (2004) *Occupational toxicology*. CRC press.
- Wirasuta, M.A.G. (2008) 'Analisis toksikologi forensik dan interpretasi temuan analisis', *Indonesian Journal of Legal and Forensic Sciences*, 1, p. 282-233.
- Zhao, J. *et al.* (2009) 'Occupational toxicology of nickel and nickel compounds', *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 28(3).

TENTANG PENULIS



Dr. Khambali, S.T., MPPM. dilahirkan Desa Kalanganyar, Kecamatan Karanggeneng, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur, 3 Maret 1962. Pada tahun 1982 mengikuti pendidikan di Sekolah Pembantu Penilik Hygiene Surabaya (setara Diploma I) yang merupakan pendidikan ikatan dinas Kementerian Kesehatan RI, lulus tahun 1983. Tahun 1990 mendapatkan kesempatan tugas belajar di Akademi Kesehatan Lingkungan Kementerian Kesehatan Surabaya lulus pada 1993. Lulus Sarjana Teknik Penyehatan Lingkungan Institut Teknologi Pembangunan Surabaya tahun 1995, selanjutnya pada tahun 1999 mendapatkan beasiswa tugas belajar di School of Policy, Planning and Development, University of Southern California (USA) lulus tahun 2000, dengan gelar Master of Public Policy and Management (MPPM). Gelar Doktor (Dr) diperoleh dari Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2011. Karier sebagai dosen dirintis sejak tahun 1983, dimulai sebagai tenaga instruktur, pengajar atau dosen hingga saat ini menjadi dosen tetap dengan jabatan Lektor Kepala pada Jurusan Kesehatan Lingkungan dan jurusan yang lain di lingkungan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya. Penulis juga masih aktif menjadi Konsultan Lingkungan Bidang Manajemen Dan Rekayasa Lingkungan sejak 1996 sampai sekarang.



Dr. Ir. Juliana Christyaningsih, M.Kes., lahir di Surabaya, 1 Juli. Saat ini penulis tinggal di Kota Surabaya. Pendidikan terakhir adalah Doktor Ilmu Kedokteran dari Universitas Airlangga Surabaya dengan konsentrasi Toksikologi dan Biokimia (lulus 2011). Aktivitas penulis saat ini selain mengajar pendidikan vokasi di Poltekkes Kemenkes Surabaya adalah sebagai Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surabaya periode 2019-2023, juga sebagai Tim Penilai Akreditasi di Lembaga

Akreditasi Mandiri Perguruan Tinggi Kesehatan (LAM-PTKes) sejak 2017 sampai sekarang, Reviewer nasional penelitian di lingkungan Poltekkes Kemenkes sejak 2021 sampai sekarang, Detaser Poltekkes Kemenkes dan Asesor Akreditasi Komisi Etik Penelitian Kesehatan. Jalin kerja sama dengan penulis via surel juliana.christy123@gmail.co.id



Nurman, S.Si., M.Si. lahir di Sinjai, pada 2 Desember 1996. Nurman adalah anak dari pasangan Marang (ayah) dan Nurhayati (ibu). Penulis menyelesaikan Pendidikan Strata 1 (S-1) di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar. Kemudian melanjutkan Pendidikan Magister di Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Saat ini penulis merupakan dosen aktif pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat Email: nurman@unsulbar.ac.id



Solihin, S.K.M., M.Kes. adalah putra pertama dari pasangan La Dimba (ayah) dan Suriya Ladonga (ibu). Solihin yang sering disapa Roy, lahir di Banggai pada 8 Juli 1989. Setelah menyelesaikan pendidikan sekolah lanjutan tingkat atas di SMA Negeri 1 Banggai, ia melanjutkan pendidikan di Akademi Kesehatan Lingkungan Mandala Waluya Sultra tahun 2007 s/d 2010, selanjutnya menyelesaikan pendidikan program sarjana di STIKES Mandala Waluya Kendari tahun 2012 s/d 2014 dan menyelesaikan pendidikan pascasarjana di STIKES Mandala Waluya Kendari tahun 2016 s/d 2018. Selanjutnya menjadi Dosen Tetap pada Program Studi D3 Sanitasi (Kesehatan Lingkungan) di Universitas Mandala Waluya tahun 2022 s/d saat ini.



Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si. adalah Guru Besar Bidang Agroklimatologi Universitas Halu Oleo (sejak 2018). Lahir di Rukuwa, sebuah desa di Pulau Binongko, Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara, Tanggal 31 Desember 1965. Menikah 12 Maret 1995 dengan istri Nuriati H. Rahman, SKM., M.Kes., Telah dikaruniai 4 orang anak, yakni dr. Muh. Shoddam R. Manek, dr. Nur. Shobrianti R. Manek, Muh. Shoddiq. Manek (mhs), dan Muh. Shodrin R. Manek (SMA). Pendidikan S1 Program Studi Agronomi pada Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo (lulus 1989). Pada tahun 1990 lulus sebagai Dosen tetap Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, kemudian menempuh Pendidikan S2 di Program Studi Agroklimatologi Institut Pertanian Bogor (lulus 1998) dan Pendidikan S3 di Program Studi Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin (lulus 2014). Pada tahun 2015 atas pertimbangan kebutuhan lembaga dipindahkan menjadi Dosen tetap pada Program Studi Ilmu Lingkungan Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, juga mengajar di Program S2 Agronomi, S2 Perencanaan dan Pengembangan Wilayah, dan S3 Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Halu Oleo.



Siti Rabbani Karimuna, S.K.M., M.P.H. lahir di Kendari pada tanggal 2 Desember 1988. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas MIPA, Universitas Halu Oleo (UHO) tahun 2010. Penulis menyelesaikan pendidikan magister pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Tahun 2013. Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar ASN di Program Studi Kesehatan Masyarakat, FKM Universitas Halu Oleo tahun 2014-sekarang.

Penulis aktif dalam menulis beberapa buku seperti air bersih gratis, analisis kualitas lingkungan, dasar ilmu kesehatan masyarakat, dasar kesehatan lingkungan, entomologi pemukiman

dan epidemiologi kesehatan kerja dan lingkungan. Pengalaman mengajar pada berbagai mata kuliah seperti Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan, Sanitasi Dasar Masyarakat Wilayah Pesisir Kepulauan, Sanitasi Tempat-Tempat Umum, Pengolahan Sampah Padat dan Limbah Cair, Manajemen Bencana, Toksikologi Lingkungan dan Pencemaran Lingkungan dan Kesehatan Wilayah Pesisir



Ariana Sumekar, S.K.M., M.Sc. lahir di Yogyakarta pada 21 Desember 1983..Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Gadjah Mada. Wanita yang kerap disapa Ariana ini adalah anak kedua dari pasangan Sambudiyono (ayah) dan Sumartini (ibu). Saat ini aktif sebagai dosen tetap Prodi Kesehatan Masyarakat di STIKES Wira Husada Yogyakarta sejak tahun 2017 sampai sekarang.



Novita Sekarwati, S.K.M., M.Si. merupakan dosen Kesehatan Masyarakat di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Husada Yogyakarta. Beliau mengajar mata kuliah Dasar Kesehatan Lingkungan, Pengolahan Limbah B3 dan Toksikologi Industri.



Ibnu Rois, S.S.T., M.Ling. lahir di Riau pada 9 Agustus 1985. Ia menamatkan pendidikan menengah di SMA Negeri 2 Sanggau, Kalimantan Barat. Setelah itu, ia melanjutkan pendidikan tinggi dengan meraih gelar D3 Kesehatan Lingkungan dan D4 Kesehatan Lingkungan di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Selanjutnya, menyelesaikan studi pascasarjana Ilmu Lingkungan di Universitas Sebelas Maret. Sejak 2010, telah bekerja di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta sebagai staf Administrasi Akademik dan Admin Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDIKTI). Pada tahun

2019, ia mulai berkarier sebagai dosen di Program Studi D3 Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan di institusi yang sama. Dalam kapasitasnya sebagai dosen, ia mengampu berbagai mata kuliah, antara lain Penyediaan Air, Penyehatan Air, Promosi Kesehatan, Pemberdayaan Masyarakat, Fisika Lingkungan, Sistem Informasi Kesehatan, Sistem Informasi Geografis, Biostatistik, serta Pengantar dan Aplikasi Teknologi Informasi. Di luar kegiatan akademik, ia juga aktif dalam membina Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), khususnya di bidang futsal. Ia memiliki minat yang besar dalam olahraga, terutama sepak bola, futsal, dan bulu tangkis. Saat ini, tinggal di Kecamatan Godean, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Email : ibnu.rois@poltekkesjogja.ac.id



Dr. Nurhayu Malik, S.Si., M.Sc. lahir di Kendari, pada bulan Desember 1974, dan telah menikah yang dikaruniai 8 orang anak (6 anak laki-laki dan 2 anak perempuan). Nurhayu malik memperoleh gelar sarjana di Universitas Hasanuddin pada tahun 1998 dan gelar magister di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2011. Ia tercatat sebagai lulusan S3 pada Program Studi Ilmu Pertanian Universitas Halu Oleo pada tahun 2024. Nurhayu Malik merupakan salah satu tenaga pengajar tetap pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo.