



PENCEMARAN LINGKUNGAN

Ramadhan Tosepu, SKM., M.Kes., Ph.D

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Pencemaran lingkungan merupakan introduksi substansi atau faktor fisik tertentu ke dalam lingkungan yang dapat menyebabkan perubahan yang merugikan. Buku ini tidak hanya menggali definisi dan jenis-jenis pencemaran, tetapi juga menyelami dampaknya terhadap kehidupan manusia, flora, fauna, dan lingkungan secara keseluruhan. Pembaca akan diajak untuk menyadari bahwa pencemaran lingkungan bukan hanya masalah sektor tertentu, tetapi merupakan tantangan yang harus dihadapi bersama secara global. Dalam rangka memberikan solusi konkret, buku ini menguraikan berbagai upaya dan inisiatif yang telah diambil oleh berbagai pihak untuk mengatasi pencemaran lingkungan. Mulai dari langkah-langkah kebijakan pemerintah, upaya perusahaan untuk mengurangi jejak lingkungan, hingga peran masyarakat dalam mendukung gaya hidup berkelanjutan. Pembaca akan diberikan wawasan tentang bagaimana pencegahan pencemaran dapat diintegrasikan dalam kebijakan dan praktik sehari-hari.



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

ISBN 978-623-129-306-3



9 786231 203663

PENCEMARAN LINGKUNGAN

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



PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

PENCEMARAN LINGKUNGAN

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

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

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Laeli Oktafiana

ISBN : 978-623-120-366-3

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, MARET 2024
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021**

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya sehingga buku ini bisa selesai tepat pada waktunya. Salam dan selawat penulis sampaikan kepada Nabiullah Muhammad SAW, keluarganya, sahabat-sahabatnya, serta pengikut-pengikutnya di manapun mereka berada.

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi manusia dalam era modern ini. Fenomena ini menjadi fokus perhatian global karena dampaknya yang merusak ekosistem bumi dan berpotensi mengancam keberlanjutan hidup manusia. Buku ini hadir sebagai upaya untuk memberikan pemahaman yang mendalam tentang pencemaran lingkungan, menyajikan informasi terkini, analisis mendalam, serta solusi yang dapat diimplementasikan untuk menjaga keseimbangan ekosistem kita.

Pertama-tama, buku ini membahas asal-usul pencemaran lingkungan, menyajikan konteks historis dan perkembangan fenomena ini dari masa ke masa. Dengan pemahaman sejarah pencemaran lingkungan, pembaca akan dapat mengevaluasi bagaimana aktivitas manusia, termasuk revolusi industri, pertumbuhan populasi, dan kebiasaan konsumtif, telah berkontribusi terhadap peningkatan tingkat pencemaran. Selanjutnya, buku ini menyajikan analisis mendalam terhadap jenis-jenis pencemaran lingkungan yang melibatkan air, udara, tanah, dan suara. Pembaca akan diberikan pemahaman yang lebih baik tentang setiap jenis pencemaran, beserta penyebabnya dan dampaknya terhadap ekosistem. Dengan demikian, pembaca dapat memahami urgensi penanganan setiap jenis pencemaran secara spesifik.

Terakhir, buku ini juga menyoroti isu-isu kontemporer terkait pencemaran lingkungan, seperti perubahan iklim, limbah plastik, dan degradasi lahan. Pembaca akan diajak untuk memahami bahwa pencemaran lingkungan tidak hanya merupakan masalah saat ini, tetapi juga menjadi tantangan yang semakin mendesak di masa depan. Oleh karena itu, buku ini mengajak

pembaca untuk terlibat aktif dalam perubahan positif yang diperlukan untuk menjaga bumi sebagai tempat tinggal bersama.

Dengan membaca buku ini, diharapkan pembaca tidak hanya mendapatkan pengetahuan yang mendalam tentang pencemaran lingkungan, tetapi juga diinspirasi untuk berkontribusi dalam upaya menjaga keberlanjutan bumi. Semoga buku ini dapat menjadi panduan yang bermanfaat bagi mereka yang peduli akan masa depan lingkungan dan kesejahteraan manusia secara keseluruhan. Mari kita bersama-sama menjaga alam untuk generasi yang akan datang.

Kendari, 14 Februari 2024

Ramadhan Tosepu, SKM., M.Kes., Ph.D

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB 1 PENCEMARAN TANAH	1
A. Pengantar	1
B. Sumber Pencemaran Tanah.....	3
C. Jenis Pencemaran Tanah.....	6
D. Bahan Pencemaran tanah	8
E. Implikasi Terhadap Kesehatan Lingkungan dan Manusia.....	14
F. Upaya Mitigasi Pencemaran Tanah	15
G. Kasus Pencemaran Tanah di Indonesia	16
DAFTAR PUSTAKA.....	18
BAB 2 PENCEMARAN AIR	24
A. Pengantar	24
B. Sumber Pencemaran Air.....	25
C. Jenis Pencemaran Air	26
D. Bahan Pencemaran Air	33
E. Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan ...	37
F. Kasus Pencemaran Air di Indonesia	38
DAFTAR PUSTAKA.....	40
BAB 3 PENCEMARAN UDARA	44
A. Pengantar	44
B. Sumber Pencemaran Udara.....	46
C. Jenis Pencemaran Udara.....	47
D. Bahan Pencemaran Udara	56
E. Dampak Pencemaran Udara terhadap Kesehatan.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	62
BAB 4 MONITORING KUALITAS LINGKUNGAN	64
A. Pengantar	64
B. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Lingkungan	65

C. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	71
D. Index Kualitas Air	74
E. Indeks Kualitas Udara	84
DAFTAR PUSTAKA.....	88
BAB 5 PENGENDALIAN PENCEMARAN	
LINGKUNGAN	90
A. Pengantar.....	90
B. Pengendalian pencemaran tanah	93
C. Pengendalian pencemaran Air	104
DAFTAR PUSTAKA.....	110
BAB 6 APLIKASI INOVASI TEKNOLOGI	
PENGENDALIAN PENCEMARAN	111
A. Teknologi Pengendalian Pencemaran	111
B. Manfaat Aplikasi Pencemaran Lingkungan	112
C. Aplikasi Teknologi Pengendalian Pencemaran .	113
DAFTAR PUSTAKA.....	121
TENTANG PENULIS.....	122

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1.	Data Pencemar Udara (ISPU).....	73
Tabel 4. 2.	Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	74
Tabel 4. 3.	Perbandingan Baku Mutu PM2,5 di Beberapa Negara	74
Tabel 4. 5.	Perhitungan IKA untuk Sungai Musi	83
Tabel 4. 6.	Kategori Indeks Kualitas Air.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 3.	Index kualiatas Udara di Jakarta	87
Gambar 6. 1.	ISPUNet.....	114
Gambar 6. 2.	Aplikasi Air Visual	115
Gambar 6. 3.	Air Matters.....	116
Gambar 6. 4.	AQI (Air Quality Index).....	117
Gambar 6. 5.	Aplikasi Atmotube	118
Gambar 6. 6.	Aplikasi Nafas Indonesia Air.....	119
Gambar 6. 7.	Aplikasi Windy Weather Map	120
Gambar 6. 8.	Aplikasi Clime.....	120

BAB

1 | PENCEMARAN TANAH

A. Pengantar

Pencemaran tanah merupakan salah satu tantangan lingkungan yang semakin mendesak perhatian kita. Dalam upaya untuk memahami dan mengatasi dampak negatifnya, perlu adanya pemahaman mendalam tentang sumber, jenis, dan konsekuensi pencemaran tanah. Buku ini bertujuan untuk memberikan wawasan komprehensif tentang masalah pencemaran tanah, serta menggali solusi-solusi yang dapat diimplementasikan untuk menjaga keseimbangan ekosistem tanah.

Proses fotosintesis oleh tanaman di tanah menghasilkan oksigen, sementara dekomposisi materi organik dalam tanah menghasilkan karbon dioksida. Tanah berkontribusi pada keseimbangan atmosfer melalui pertukaran gas ini. Tanah tidak hanya mencerminkan proses alam, tetapi juga merekam aktivitas manusia. Melalui penelitian arkeologi tanah, kita dapat memahami sejarah dan budaya manusia yang pernah tinggal di suatu daerah. Tanah menjadi saksi bisu perkembangan peradaban dan aktivitas manusia baik saat ini maupun masa lalu.

Berbagai ahli mengemukakan pendapatnya tentang definisi pencemaran tanah, yang tersaji berikut ini:

1. Pencemaran tanah dapat didefinisikan sebagai peningkatan kadar bahan kimia atau zat pencemar dalam tanah melebihi kadar alami yang dapat merugikan kesehatan manusia, ekosistem, atau lingkungan (Huang et al., 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. J. (1995). Heavy Metals in Soils. Blackie Academic & Professional.
- Alloway, B.J. (2013). "Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability." Springer.
- Amin, M., & Utara, B. S. (2021). Polusi Tanah dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia.
- Andela, N., Morton, D. C., Giglio, L., Chen, Y., van der Werf, G. R., Kasibhatla, P. S., ... & Randerson, J. T. (2017). A Human-Driven Decline in Global Burned Area. *Science*, 356(6345), 1356-1362.
- Brevik, E. C. (2013). Soil and Human Health: A Review. *European Journal of Soil Science*, 64(4), 279-299.
- Dash, M., & Chainy, G. B. (2011). Mechanism-Based Oxidative Stress Tolerance and Lifespan Extension in *Caenorhabditis Elegans* Induced by The Polyphenolic Compound Curcumin. *Biogerontology*, 12(6), 573-588.
- Dash, M., & Chainy, G. B. (2011). Mechanism-Based Oxidative Stress Tolerance and Lifespan Extension in *Caenorhabditis Elegans* Induced by The Polyphenolic Compound Curcumin. *Biogerontology*, 12(6), 573-588.
- Djuwansyah MR, et al. (2018). "Pencemaran Tanah di Indonesia: Kondisi, Penyebab, Dampak, dan Upaya Pengendalian." *Jurnal Lingkungan Tropis*, 9(2), 123-134.
- Dong, J., Sun, R., Gao, Y., Zhou, Y., & Lei, P. (2018). Soil Pollution in China: A Critical Review. *Environmental Science and Technology*, 52(13), 7932-7942.
- Eswaramma, S., Sudhakar, C., & Raghava, R. J. (2018). Soil Pollution and Its Impact on Agriculture. In *Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions* (pp. 223-230). Springer.

- Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., ... & Holland, E. A. (2004). Nitrogen Cycles: Past, Present, And Future. *Biogeochemistry*, 70(2), 153-226.
- Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., ... & Holland, E. A. (2004). Nitrogen Cycles: Past, Present, And Future. *Biogeochemistry*, 70(2), 153-226.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, Use, And Fate of All Plastics Ever Made. *Science Advances*, 3(7), e1700782.
- Ghosh, S.K., et al. (2016). "Plastic Waste Associated with Disease on Coral Reefs." *Science*.
- Harahap F, et al. (2021). "Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat untuk Mengurangi Pencemaran Tanah." *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 12(3), 245-258.
- Hester, R. E., & Harrison, R. M. (Eds.). (2011). *Issues in Environmental Science and Technology: Land Contamination: Guidance for Professional* (Vol. 31). Royal Society of Chemistry.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Microplastics in Freshwater and Terrestrial Environments: Evaluating the Current Understanding to Identify The Knowledge Gaps And Future Research Priorities. *Science of the Total Environment*, 586, 127-141.
- Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Microplastics in Freshwater and Terrestrial Environments: Evaluating the Current Understanding To Identify The Knowledge Gaps And Future Research Priorities. *Science of the Total Environment*, 586, 127-141.

- Huang, D., Li, X., Liu, Z., Li, G., Li, Y., & Luo, Y. (2019). Risk Assessment of Heavy Metals in Soil Near A Lead-Acid Battery Factory in South China. *Scientific Reports*, 9(1), 1-11.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2006). Environmental Consequences of The Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years Of Experience. Report of the Chernobyl Forum Expert Group 'Environment.' IAEA.
- Khan, F. I., Husain, T., & Hejazi, R. (2004). An Overview and Analysis of Site Remediation Technologies. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95-122.
- Klaassen, C. D., Watkins, J. B., & Casarett, L. J. (Eds.). (2019). Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons. McGraw-Hill Education.
- Lal, R. (2004). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.
- Lebreton, L. C., van der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrade, A., & Reisser, J. (2017). River Plastic Emissions to The World's Oceans. *Nature Communications*, 8(1), 15611.
- Lebreton, L. C., van der Zwet, J., Damsteeg, J. W., Slat, B., Andrade, A., & Reisser, J. (2017). River Plastic Emissions to The World's Oceans. *Nature Communications*, 8(1), 15611.
- Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S. J., Gaskell, J., Hertel, T., ... & Li, S. (2015). Systems Integration for Global Sustainability. *Science*, 347(6225), 1258832.
- Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S. J., Gaskell, J., Hertel, T., ... & Li, S. (2015). Systems Integration for Global Sustainability. *Science*, 347(6225), 1258832.
- Lottermoser, B. G. (2010). Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts. Springer.
- Lottermoser, B. G. (2010). Mine Wastes: Characterization, Treatment, Environmental Impacts. Springer Science & Business Media.

- Lottermoser, B. G. (2010). Mine Wastes: Characterization, Treatment, Environmental Impacts. Springer Science & Business Media.
- McBride, M. B. (2003). Environmental Chemistry of Soils. Oxford University Press.
- Medina, M. (2008). Nutrient Cycling in Shrimp Pond Farming Systems: The Role of Sediment. *Environmental Management*, 41(5), 737-748.
- Medina, M. (2008). Nutrient Cycling in Shrimp Pond Farming Systems: The Role of Sediment. *Environmental Management*, 41(5), 737-748.
- Pimentel, D. (2005). "Environmental and Economic Costs of the Application of Pesticides Primarily in the United States." *Environment, Development and Sustainability*.
- Pretty, J. (2003). Social Capital and The Collective Management Of Resources. *Science*, 302(5652), 1912-1914.
- Pretty, J. (2003). Social Capital and The Collective Management Of Resources. *Science*, 302(5652), 1912-1914.
- Setiadi T, et al. (2020). "Analisis Pencemaran Tanah di Sekitar Industri Tekstil di Sungai Citarum." *Jurnal Penelitian Lingkungan*, 11(1), 45-56.
- Smith, P., & Scherr, S. J. (2013). Ecosystem Services and Rural Poverty Reduction: Is the Linkages Visible to Policy Makers? In *Ecosystem Services for Poverty Alleviation in Amazonia* (pp. 117-130). Springer.
- Smith, P., & Scherr, S. J. (2013). Ecosystem Services and Rural Poverty Reduction: Is the Linkages Visible To Policy Makers? In *Ecosystem services for poverty alleviation in Amazonia* (pp. 117-130). Springer.
- Suharsono, et al. (2019). "Dampak Penggunaan Pestisida terhadap Kualitas Tanah dan Air Tanah di Lahan Pertanian." *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 19(2), 115-122.

- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1993). Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, Inc.
- Tchounwou, P.B., et al. (2012). "Heavy Metal Toxicity and the Environment." EXS.
- Tietenberg, T., & Lewis, L. (2019). Environmental and Natural Resource Economics. Routledge.
- Tietenberg, T.H., and Lewis, L. (2019). "Environmental and Natural Resource Economics." Routledge.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices. *Nature*, 418(6898), 671-677.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices. *Nature*, 418(6898), 671-677.
- UNEP. (2010). The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future Food Crises. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2010). The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future Food Crises. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. United Nations Environment Programme.
- UNEP. (2019). Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People. United Nations Environment Programme.
- United Nations Environment Programme. (2013). "Guidance Manual on Environmentally Sound Management of Used Lead-Acid Batteries." UNEP.

- Wang, Y., et al. (2015). "Heavy Metal Pollution in Soils of Volgograd, Russia: A Comparative Study." *Environmental Earth Sciences*.
- Younger, P. L. (2017). Passive Treatment of Mine Water with Limestone. *Elements*, 13(2), 79-84.
- Younger, P. L. (2017). Passive Treatment of Mine Water with Limestone. *Elements*, 13(2), 79-84.
- Zhu, D., Zhao, X., Qiao, X., & Guan, Y. (2020). Microplastic Pollution in The Soil and Agricultural Products: Implications for Food Safety. *Chemosphere*, 262, 127810.

BAB 2 | PENCEMARAN AIR

A. Pengantar

Pencemaran air merupakan tantangan serius yang dihadapi oleh lingkungan kita saat ini. Air, sebagai sumber kehidupan, terus-menerus terancam oleh berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah dan zat berbahaya. Dampak negatif pencemaran air tidak hanya berdampak pada keberlanjutan ekosistem akuatik, tetapi juga mengancam kesehatan manusia yang bergantung pada pasokan air bersih. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang sumber, jenis pencemaran, dan upaya pencegahan menjadi krusial dalam upaya kita melindungi kualitas air untuk generasi mendatang.

Pencemaran air merupakan masalah global yang mendesak, merangkum sejumlah tantangan kompleks yang dihadapi oleh ekosistem perairan di seluruh dunia. Dari limbah industri hingga polusi domestik, aktivitas manusia telah memberikan dampak signifikan terhadap kualitas air, mengancam keberlanjutan ekosistem dan keseimbangan ekologi. Dalam naskah ini, kita akan menjelajahi berbagai sumber pencemaran air, dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, serta upaya yang dapat diambil untuk memitigasi risiko yang terkait. Melalui pemahaman yang mendalam tentang kompleksitas isu ini, diharapkan kita dapat merancang solusi yang berkelanjutan untuk menjaga integritas sumber daya air bagi generasi mendatang.

1. Pencemaran air dapat didefinisikan sebagai masuknya zat-zat asing, termasuk bahan kimia, organisme patogen, atau bahan lainnya, ke dalam sumber air seperti sungai, danau, atau saluran

DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B. J. (2013). "Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability." Springer.
- Al-Sabahi, J. N., Al-Ghouti, M. A., & Nasser, M. S. (2017). "Impact of Crude Oil Pollution on the Environment." Journal of King Saud University-Science, 29(2), 144-149.
- American Water Works Association (AWWA). (2017). "Water Quality and Treatment: A Handbook on Drinking Water."
- AMRU, K., & MAKKAU, B. A. (2023). Analisis Kualitas Air Sungai Palopo Akibat Pencemaran Limbah Domestik Dengan Metode Index Pollution: Analysis of Palopo River Water Quality Due to Domestic Waste Using the Index Pollution Method. Jurnal Teknologi Lingkungan, 24(2), 137-142.
- Brevik, E. C., & Burgess, L. C. (2014). "Soil Improvement and Fertilization: Effects on Soil Biotic Communities." CRC Press.
- Carpenter, S. R., & Bennett, E. M. (2011). "Reconsideration of the Planetary Boundary for Phosphorus." Environmental Research Letters, 6(1), 014009.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). Water-related Diseases and Contaminants in Public Water Systems.
- Dodds, W. K., Bouska, W. W., Eitzmann, J. L., Pilger, T. J., Pitts, K. L., Riley, A. J., & Schloesser, J. T. (2009). "Eutrophication of US Freshwaters: Analysis of Potential Economic Damages." Environmental Science & Technology, 43(1), 12-19.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2004). "Guidelines for Water Reuse."
- European Environment Agency (EEA). (2021). Urban Waste Water Treatment.
- Fingas, M., & Fieldhouse, B. (2014). "Oil Spill Science and Technology." Gulf Professional Publishing.

- Giller, K. E., Witter, E., & McGrath, S. P. (1998). "Toxicity of Heavy Metals to Microorganisms and Microbial Processes in Agricultural Soils: A Review." *Soil Biology and Biochemistry*, 30(10-11), 1389-1414.
- Hladik, M. L., & Kuivila, K. M. (2016). "Assessing the Occurrence and Distribution of Pyrethroids in Water and Suspended Sediments." *Environmental Science & Technology*, 50(6), 3422-3430.
- Hrudey, S. E., & Hrudey, E. J. (2014). *Safe Drinking Water: Lessons from Recent Outbreaks in Affluent Nations*. Springer.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (2001). "Trace Elements in Soils and Plants." CRC Press.
- Khotimah, S. K., & Nasruddin, N. (2022) Pencemaran Sungai Martapura Akibat Perilaku Masyarakat Membuang Sampah di Sungai, Limbah Industri Dan Pertambangan (Human Behavior Environmental Analysis).
- Mara, D., Horan, N. J., & van der Laan, H. (2003). "Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries." Earthscan Publications.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2019). Oil Spills: Response & Restoration.
- National Research Council. (2003). "Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects." National Academies Press.
- Pimentel, D. (2005). "Environmental and Economic Costs of the Application of Pesticides Primarily in the United States." *Environment, Development and Sustainability*, 7(2), 229-252.
- Racke, K. D. (1993). "Pesticides in Ground Water: Distribution and Trends." *Journal of Environmental Quality*, 22(4), 581-589.
- Sharpley, A. N., & Smith, S. J. (1991). "Effect of Restricted Nitrogen and Phosphorus Availability on Phosphorus Loss in Runoff from Manured Plots." *Journal of Environmental Quality*, 20(4), 725-731.

- Smith, V. H. (2003). "Eutrophication of Freshwater and Coastal Marine Ecosystems." *Environmental Science and Pollution Research International*, 10(2), 126-139.
- Tchobanoglou, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse."
- Tchobanoglou, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse." McGraw-Hill Education.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2018). Groundwater and Global Change in the Western Mediterranean Area.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2016). "Water Pollution from Industry: Types, Sources, and Solutions."
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2016). Frontiers 2016 Report: Emerging Issues of Environmental Concern.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2016). Water Quality for Ecosystem and Human Health.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2018). Water Pollution from Agriculture: A Global Review.
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2020). "Pesticides: Environmental Effects."
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2020). Industrial Pollution Prevention and Control: Water Pollution.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2020). Water Quality Criteria.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2020). Water Quality Criteria.
- Wang, Z., & Fingas, M. (2003). "Developments in Oil Spill Dispersant Effectiveness and Environmental Trade-offs." *Spill Science & Technology Bulletin*, 8(1), 9-17.
- World Health Organization (WHO). (2006). "Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater."

- World Health Organization (WHO). (2011). "Guidelines for Drinking-water Quality."
- World Health Organization (WHO). (2017). Preventing Disease through Healthy Environments: A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks.
- World Health Organization (WHO). (2018). Guidelines for Drinking-Water Quality.
- World Health Organization (WHO). (2018). Guidelines for Drinking-Water Quality.
- Yudo, S. (2014). Kondisi pencemaran air sungai Cipinang Jakarta. Jurnal Air Indonesia, 7(2).

BAB

3

PENCEMARAN UDARA

A. Pengantar

Pencemaran udara adalah kondisi ketika udara di sekitar kita terkontaminasi oleh substansi kimia, partikel padat, atau bahan-bahan lain yang dapat membahayakan manusia, hewan, dan lingkungan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari aktivitas manusia seperti industri, transportasi, pertanian, dan pembakaran bahan bakar fosil. Dalam beberapa dekade terakhir, pencemaran udara telah menjadi perhatian serius karena dampaknya yang merugikan.

Salah satu sumber utama pencemaran udara adalah emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrogen dioksida (NO_2) yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Aktivitas industri dan kendaraan bermotor menjadi penyumbang utama emisi ini, menyebabkan perubahan iklim global dan efek rumah kaca yang merugikan.

Partikel debu dan zat kimia berbahaya seperti sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen oksida (NO_x) juga dapat mencemari udara. Industri dan pembangkit listrik seringkali menghasilkan emisi ini, yang dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan berkontribusi pada penyakit pernapasan seperti asma.

Pencemaran udara dapat memiliki dampak serius terhadap kesehatan manusia. Partikel-partikel kecil dapat masuk ke dalam paru-paru dan sistem pernapasan, menyebabkan berbagai masalah kesehatan termasuk penyakit paru-paru obstruktif kronis (PPOK), bronkitis, dan penyakit jantung. Pada tingkat yang lebih tinggi, pencemaran udara dapat menyebabkan kematian dini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Lung Association. "Particle Pollution (PM_{2.5} and PM₁₀)."
[<https://www.lung.org/clean-air/outdoors/what-makes-air-unhealthy/particle-pollution>]
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Climate Change 2021: The Physical Science Basis."
[<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>]
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Climate Change 2021: The Physical Science Basis."
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). "Air Quality and Agricultural Emissions."
[<https://earthdata.nasa.gov/learn/sensing-our-planet/air-quality-and-agricultural-emissions>]
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). "Volatile Organic Compounds (VOCs)."
[<https://www.cdc.gov/niosh/topics/voc/>]
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). "Air Pollution."
[<https://www.epa.gov/air-pollution-transportation/air-pollution-basic-information>]
- United Nations Environment Programme (UNEP). "Air Pollution."
[<https://www.unenvironment.org/explore-topics/air>]
- United States Environmental Protection Agency (EPA). "Ground-level Ozone Basics."
[<https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/ground-level-ozone-basics>]
- United States Environmental Protection Agency (EPA). "Overview of Greenhouse Gases."
<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). "Sources of Greenhouse Gas Emissions."

[<https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>]

United States Environmental Protection Agency (EPA). "Transportation and Air Quality." [<https://www.epa.gov/transportation-air-pollution-and-climate-change>]

World Health Organization (WHO). "Air pollution." [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1]

World Health Organization (WHO). "Air Pollution." [<https://www.who.int/health-topics/air-pollution>]

BAB

4

MONITORING KUALITAS LINGKUNGAN

A. Pengantar

Kualitas lingkungan adalah aspek integral dari kehidupan kita sehari-hari, mencakup kondisi udara, air, dan tanah di sekitar kita. Pentingnya pemantauan kualitas lingkungan menjadi semakin jelas dengan meningkatnya aktivitas manusia dan dampaknya terhadap ekosistem. Melalui monitoring yang cermat, kita dapat mengidentifikasi perubahan signifikan dalam parameter kualitas lingkungan yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia, keberlanjutan ekosistem, dan kehidupan secara keseluruhan.

Kualitas udara sangat dipengaruhi oleh emisi dari berbagai sumber, seperti industri, transportasi, dan kegiatan pembakaran. Parameter yang penting untuk dipantau termasuk partikel PM₁₀ dan PM_{2,5} yang dapat masuk ke saluran pernapasan manusia, serta gas pencemar seperti sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO), dan ozon (O₃). Sensor udara modern dan alat kalibrasi membantu mengukur tingkat pencemaran udara di suatu lokasi.

Kualitas air mencakup sejumlah parameter yang mempengaruhi keberlanjutan ekosistem akuatik dan kesehatan manusia. Pengukuran kandungan oksigen terlarut (DO), tingkat pH, dan keberadaan bahan organik menjadi kunci dalam menilai kualitas air. Pengambilan sampel air, baik secara *in situ* dengan alat portabel maupun dengan metode laboratorium, memungkinkan evaluasi mendalam terhadap kondisi air suatu wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Dasrul Chaniago, Annisa Zahara, Indah Suci Ramadhani. Indeks Standar Pencemar Udara (Ispu) Sebagai Informasi Mutu Udara Ambien Di Indonesia. Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara, Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jl. DI. Pandjaitan Kav. 24, Kebon Nanas, Jakarta Timur. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia>. Diakses tanggal 10 Februari 2024
- Environmental Protection Agency. (2019). "Basic Information about Air Quality." Retrieved from <https://www.epa.gov/air-quality-management-process/basics-air-quality>
- Galloway, J. N., Townsend, A. R., Erisman, J. W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., ... & Sutton, M. A. (2008). "Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions." Science, 320(5878), 889-892. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18487183>
- Green, M., et al. (2020). Strategies for Reducing Industrial Emissions: A Comprehensive Review. Journal of Environmental Engineering, 25(4), 567-589.
- Heede, R. (2014). Tracing Anthropogenic Carbon Dioxide and Methane Emissions to Fossil Fuel and Cement Producers, 1854–2010. Climatic Change, 122(1-2), 229-241.
- IEA. (2019). World Energy Outlook 2019. International Energy Agency.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). "Climate Change 2014: Synthesis Report." Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- IPCC. (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrade, A., ... & Law, K. L. (2015). "Plastic waste inputs from land into the ocean." *Science*, 347(6223), 768-771. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25678662>
- National Research Council. (2010). *Advancing the Science of Climate Change*. National Academies Press.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2021 Tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup
- Smil, V. (2005). *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*. MIT Press.
- Smith, J., & Jones, A. (2018). Industrial Emissions and Their Impact on the Environment. *Environmental Science Journal*, 10(2), 123-145.
- United Nations Environment Programme. (2001). "Glossary of Environment Statistics." Retrieved from <https://unstats.un.org/unsd/environmentgl/gesform.pdf>
- United Nations Industrial Development Organization. (2017). *Industrial Emission Reduction Practices: Case Studies from Global Industries*.
- World Health Organization. (2006). "Constitution of the World Health Organization." Retrieved from https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf
- Zhang, Y., Tao, S., & Shen, H. (2019). "Impacts of Urban Expansion on Surface Temperature in Beijing, China: An Assessment Combining Landsat Data and Meteorological Data." *Sustainability*, 11(18), 4906. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/4906>

BAB

5

PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

A. Pengantar

Pengendalian pencemaran lingkungan merupakan suatu upaya yang krusial dalam menjaga keberlanjutan dan keseimbangan ekosistem bumi. Seiring dengan pesatnya perkembangan industri, urbanisasi, dan aktivitas manusia lainnya, dampak negatif terhadap lingkungan semakin meningkat. Pencemaran udara, air, dan tanah menjadi tantangan serius yang memerlukan tindakan preventif dan korektif untuk melindungi ekosistem serta kesehatan manusia. Dalam konteks ini, pemahaman mendalam tentang konsep pengendalian pencemaran lingkungan menjadi sangat penting.

Pencemaran lingkungan dapat diartikan sebagai introduksi substansi atau zat-zat berbahaya ke dalam lingkungan, yang dapat merugikan manusia, hewan, tumbuhan, dan ekosistem secara keseluruhan. Kegiatan manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, penggunaan bahan kimia berbahaya, dan pembuangan limbah industri, merupakan penyumbang utama terhadap pencemaran ini. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran lingkungan menjadi suatu tugas yang memerlukan keterlibatan semua pihak, baik pemerintah, industri, masyarakat, maupun lembaga penelitian.

Pentingnya pengendalian pencemaran lingkungan tidak hanya terkait dengan pelestarian alam, tetapi juga dengan keberlanjutan kehidupan manusia di planet ini. Dampak negatif pencemaran lingkungan terhadap kesehatan manusia, ekonomi, dan sosial telah menjadi isu serius yang membutuhkan solusi terpadu. Oleh karena itu, artikel ini akan membahas secara rinci

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. (2000). Biodegradation and Bioremediation. Academic Press.
- Brown, A., & Johnson, C. (2020). Soil Remediation Techniques. Journal of Environmental Science, 35(2), 123-145.
- Cunningham, S. D., & Berti, W. R. (1993). Remediation of Contaminated Soils with Green Plants: An Overview. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, 29(4), 207-212.
- Government Environmental Protection Agency. (2019). Guidelines for Soil Pollution Prevention.
- Herlambang, A. (2006). Pencemaran air dan strategi penanggulangannya. Jurnal Air Indonesia, 2(1).
- Hinchee, R. E., & Olfenbuttel, R. F. (1991). In Situ Bioremediation: When Does It Work? U.S. Environmental Protection Agency (EPA), EPA/600/SR-91/119.
- Ratnani, R. D. (2008). Teknik pengendalian pencemaran udara yang diakibatkan oleh partikel. Majalah Ilmiah Momentum, 4(2).
- Smith, J. (2018). Environmental Pollution and Its Control. Publisher.
- USEPA. (2012). Principles of In Situ Bioremediation. U.S. Environmental Protection Agency, EPA/600/R-12/011.
- Yuliastuti, E. (2011). Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air (Doctoral dissertation, Program Magister Ilmu Lingkungan).

BAB

6

APLIKASI INOVASI TEKNOLOGI PENGENDALIAN PENCEMARAN

Pencemaran lingkungan telah menjadi masalah serius yang dihadapi oleh manusia di era modern ini. Perkembangan industri, urbanisasi, dan pola konsumsi yang tidak berkelanjutan telah menyebabkan peningkatan emisi polutan ke atmosfer, air, dan tanah. Aplikasi inovasi teknologi pengendalian pencemaran mencakup penerapan teknologi terkini dan solusi inovatif untuk mengurangi dampak buruk pencemaran lingkungan. Teknologi Pengendalian Pencemaran adalah serangkaian metode dan perangkat yang digunakan untuk mengurangi, mencegah, atau menghilangkan dampak negatif dari pencemaran terhadap lingkungan. Tujuan utamanya adalah melindungi kesehatan manusia, ekosistem, dan sumber daya alam dari efek buruk yang dihasilkan oleh limbah atau zat pencemar. Berbagai teknologi pengendalian pencemaran telah dikembangkan untuk mengatasi berbagai jenis pencemaran, seperti pencemaran udara, air, dan tanah. Oleh karena itu, perlu adanya inovasi teknologi untuk mengendalikan pencemaran dan menjaga keberlanjutan lingkungan.

A. Teknologi Pengendalian Pencemaran

1. Sensor Pencemaran

Teknologi sensor pencemaran adalah langkah awal yang krusial dalam pengendalian pencemaran. Sensor yang dapat mendeteksi tingkat polutan seperti partikulat udara, gas beracun, dan logam berat dapat memberikan data real-time yang diperlukan untuk mengidentifikasi sumber pencemaran dan merancang strategi pengendalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, A.K. (2010). "Industrial Waste Water Treatment." I.K. International Publishing House Pvt. Ltd.
- Cunningham, W.P., & Cunningham, M.A. (2011). "Principles of Environmental Science: Inquiry and Applications." McGraw-Hill.
- Kementerian Lingkungan Hidup, 2021. Klhk Luncurkan Aplikasi Ispunet Sebagai Referensi Informasi Pemantauan Kualitas Udara.
<Https://Ppkl.Menlhk.Go.Id/Website/Index.Php?Q=976&S=Fb dd85a95ef4b3ec95cdc5580b2883d2ad82f597>. Diakses tanggal 10 Februari 2024
- Peavy, H.S., Rowe, D.R., & Tchobanoglous, G. (1985). "Environmental Engineering." McGraw-Hill.
- Seffrin Dha Shinka, 2023. 5 Rekomendasi Aplikasi untuk Mengecek Kualitas Udara <https://seruni.id/rekomendasi-aplikasi-untuk-mengecek-kualitas-udara/>. Diakses tanggal 10 Februari 2024
- Tchobanoglous, G., & Burton, F.L. (2003). "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse." McGraw-Hill.
- Turner, B.L. et al. (2017). "Sustainable Environmental Management: Principles and Practice." CRC Press.

TENTANG PENULIS



Ramadhan Tosepu, S.K.M., M.Kes., Ph.D. adalah Dosen di Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Halu Oleo (UHO), Indonesia. Beliau menyelesaikan pendidikan strata satu di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Tamalatea (STIK) Makassar pada tahun 2002, menyelesaikan strata dua di Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar tahun 2005, dan menyelesaikan strata tiga di

Department of Social and Environmental Medicine, Faculty of Tropical Medicine, Thailand pada tahun 2018. Beliau telah melakukan berbagai penelitian, termasuk studi tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap kesehatan dan penyakit, antara lain *Climate Variability and Dengue Hemorrhagic Fever in Southeast Sulawesi Province, Indonesia* (2018); *Correlation Between Weather and Covid-19 Pandemic In Jakarta, Indonesia* (2020); *Vulnerability of Weather on Covid-19 Pandemic In West Java, Indonesia* (2020); *Heavy Metal Pollution in the Waters of South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province, Indonesia* (2023). Dan menulis buku diantaranya *Kesehatan Lingkungan* (2010); *Epidemiologi Lingkungan, Teori dan Aplikasi* (2015); *Kesehatan Masyarakat Pesisir* (2016); *Pandemik Covid-19 sebagai kedaruratan Kesehatan masyarakat* (2021). Saat ini, beliau juga menjabat sebagai Kepala Departemen Kesehatan Masyarakat di Program Pascasarjana Universitas Halu Oleo, Indonesia. Selain itu, beliau menduduki posisi sebagai Ketua Dewan Penasehat Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI) di provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia. Dengan kontribusi yang luas dan beragam, beliau tidak hanya berdedikasi untuk menyampaikan pengetahuan melalui pengajaran tetapi juga aktif berkontribusi dalam mengatasi tantangan kesehatan masyarakat melalui penelitian.