

EDITOR
Dr. Rahmawati, S.K.M., M.Kes
Ramadhan Tosepu, S.K.M., M.Kes., Ph.D



PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Ririn Pakaya | Yusias Hikmat Diani | Hamsia L. Waru | Yusuf Sabilu | Siti Rabbani Karimuna
Resna Maulia | Indra Purnama Iqbah | Aminuddin Mane Kandari | Fransiska Sitompul
Agung Puja Kesuma | Fandy Gatra | Andy Sirada



PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Buku Pemanasan Global dan Perubahan Iklim yang berada ditangan pembaca ini tersusun dalam 12 bab pokok bahasan, yaitu:

Bab 1 Pengertian Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

Bab 2 Faktor Penyebab Terjadinya Pemanasan Global

Bab 3 Perubahan Iklim dan Dampaknya Bagi Ekosistem

Bab 4 Efek Rumah Kaca

Bab 5 Degradasi Udara: Polusi Udara dan Pemanasan Global

Bab 6 Pencemaran Lingkungan

Bab 7 Radiasi Lingkungan

Bab 8 Dampak Lingkungan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

Bab 9 Upaya Pencegahan dan Perbaikan Lingkungan Akibat Pemanasan Global dan Perubahan

Bab 10 Risiko Bencana Disebabkan Perubahan Iklim

Bab 11 Teknologi Pemantauan Lingkungan

Bab 12. Dampak Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Bagi Kesehatan



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 978-623-120-644-2



PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Ririn Pakaya, SKM, MPH
dr. Yusias Hikmat Diani, MKes
Hamsia L. Waru, SKM., M.Kes
Prof Dr. Yusuf Sabilu, M. Si.
Siti Rabbani Karimuna, S.KM., M.P.H
Resna Maulia.,S.Si.,M.KL
Indra Purnama Iqbah, SPd MSc
Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si
apt. Fransiska Sitompul, S.Farm.,M.Farm
Agung Puja Kesuma, MPH
Fandy Gatra, SKM., M.Kes
Andy Sirada, S.S.T., M.Fis.



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Penulis : Ririn Pakaya, SKM, MPH
dr. Yusias Hikmat Diani, MKes
Hamsia L. Waru, SKM., M.Kes
Prof Dr. Yusuf Sabilu, M. Si.
Siti Rabbani Karimuna, S.KM., M.P.H
Resna Maulia.,S.Si.,M.KL
Indra Purnama Iqbah, SPd MSc
Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si
apt. Fransiska Sitompul, S.Farm.,M.Farm
Agung Puja Kesuma, MPH
Fandy Gatra, SKM., M.Kes
Andy Sirada, S.S.T., M.Fis.

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

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Uli Mas'uliyah Indarwati

ISBN : 978-623-120-644-2

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, MEI 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

Dengan penuh rendah hati dan kekhawatiran yang mendalam, kami mempersembahkan buku ini kepada para pembaca yang peduli dengan masa depan planet kita. Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan dua fenomena yang tidak dapat diabaikan lagi. Dampaknya yang merusak sudah mulai terasa di berbagai belahan dunia, menyebabkan ketidakstabilan lingkungan dan sosial yang mengkhawatirkan. Dalam buku ini, kami berusaha untuk menyajikan pemahaman yang mendalam tentang kompleksitas pemanasan global dan perubahan iklim, serta konsekuensi yang ditimbulkannya. Dengan dukungan penelitian terkini dan pandangan dari berbagai ahli, kami mengupas berbagai aspek penting yang terkait dengan fenomena ini.

Buku Pemanasan Global dan Perubahan Iklim yang berada ditangan pembaca ini tersusun dalam 12 bab pokok bahasan, yaitu:

- Bab 1 Pengertian Pemanasan Global dan Perubahan Iklim
- Bab 2 Faktor Penyebab Terjadinya Pemanasan Global
- Bab 3 Perubahan Iklim dan Dampaknya Bagi Ekosistem
- Bab 4 Efek Rumah Kaca
- Bab 5 Degradasi Udara: Polusi Udara dan Pemanasan Global
- Bab 6 Pencemaran Lingkungan
- Bab 7 Radiasi Lingkungan
- Bab 8 Dampak Lingkungan Pemanasan Global Dan Perubahan Iklim
- Bab 9 Upaya Pencegahan Dan Perbaikan Lingkungan Akibat Pemanasan Global dan Perubahan
- Bab 10 Risiko Bencana Disebabkan Perubahan Iklim
- Bab 11 Teknologi Pemantauan Lingkungan
- Bab 12. Dampak Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Bagi Kesehatan

Kami berharap buku ini dapat menjadi sumber pengetahuan yang bermanfaat bagi pembaca, baik mereka yang baru mengenal topik ini maupun mereka yang telah lama terlibat dalam upaya perlindungan lingkungan. Semoga bab ini dapat menjadi pijakan

yang kuat bagi upaya kita semua dalam menjaga keberlangsungan hidup di planet ini untuk generasi-generasi mendatang.

Tidak lupa, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan bab ini, serta kepada pembaca yang telah menyempatkan waktu untuk membaca dan mempertimbangkan isinya.

Gorontalo, 25 Maret 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENGERTIAN PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM.....	1
Oleh : Ririn Pakaya, SKM, MPH	
A. Pendahuluan.....	1
B. Faktor-Faktor Penyebab Pemanasan Global	4
C. Bukti-Bukti Pemanasan Global	6
D. Mekanisme Pemanasan Global	8
E. Perubahan Iklim Global dan Dampaknya.....	9
F. Dampak pada Lingkungan.....	10
G. Dampak pada Kesehatan Manusia	11
H. Upaya Mitigasi Pemanasan Global	13
I. Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim	14
J. Kesimpulan dan Tantangan Masa Depan	15
DAFTAR PUSTAKA.....	17
BAB 2 FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA PEMANASAN GLOBAL	20
Oleh : dr. Yusias Hikmat Diani, MKes	
A. Pendahuluan.....	20
B. Atmosfer Bumi.....	22
C. Efek Rumah Kaca	25
D. Penyebab Pemanasan Global.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	31
BAB 3 PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA BAGI EKOSISTEM.....	34
Oleh : Hamsia L. Waru, SKM., M.Kes	
A. Pendahuluan.....	34
B. Perubahan Iklim	35
C. Pengertian Ekosistem.....	38
D. Dampak Perubahan Iklim.....	38
E. Upaya Konservasi.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43

BAB 4	EFEK RUMAH KACA	44
	Oleh : Prof Dr. Yusuf Sabilu, M. Si.	
	A. Pendahuluan	44
	B. Penyebab Efek Rumah Kaca	47
	C. Dampak Efek Rumah Kaca	53
	D. Pencegahan Potensi Peningkatan Efek Rumah Kaca	56
	DAFTAR PUSTAKA	62
BAB 5	DEGRADASI UDARA: POLUSI UDARA DAN PEMANASAN GLOBAL.....	65
	Oleh : Siti Rabbani Karimuna, S.KM., M.P.H	
	A. Pendahuluan	65
	B. Polusi Udara	68
	C. Sumber dan Dampak Polusi Udara.....	70
	D. Pemanasan Global.....	72
	E. Penyebab Pemanasan Global	74
	DAFTAR PUSTAKA	78
BAB 6	PENCEMARAN LINGKUNGAN	79
	Oleh : Resna Maulia.,S.Si.,M.KL	
	A. Pendahuluan	79
	B. Jenis Pencemaran Lingkungan	80
	C. Penyebab Pencemaran Lingkungan.....	88
	D. Dampak Pencemaran Lingkungan.....	89
	DAFTAR PUSTAKA	91
BAB 7	RADIASI LINGKUNGAN.....	93
	Oleh : Indra Purnama Iqbah, SPd MSc	
	A. Pendahuluan	93
	B. Sifat Radiasi Lingkungan	94
	C. Sumber Radiasi Lingkungan.....	96
	DAFTAR PUSTAKA	108
BAB 8	DAMPAK LINGKUNGAN PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM	109
	Oleh : Prof.Dr.Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si	
	A. Pendahuluan	109
	B. Hubungan Lingkungan dengan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim	113
	C. Dampak Lingkungan Pemanasan Global	120

	D. Dampak Lingkungan Perubahan Iklim.....	127
	E. Penutup	137
	DAFTAR PUSTAKA.....	139
BAB 9	UPAYA PENCEGAHAN DAN PERBAIKAN LINGKUNGAN AKIBAT PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN.....	144
	Oleh : apt. Fransiska Sitompul, S.Farm.,M.Farm	
	A. Pendahuluan.....	144
	B. Penanganan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim.....	145
	C. Upaya Pencegahan dan Perbaikan Lingkungan dalam Penanggulangan Dampak Pemanasan Global	145
	D. Ekosistem Mangrove.....	157
	E. Program Kampung Iklim (PROKLIM)	157
	F. Pengembangan Teknologi dan Sistem Kelembagaan.....	158
	DAFTAR PUSTAKA.....	160
BAB 10	RISIKO BENCANA DISEBABKAN PERUBAHAN IKLIM.....	162
	Oleh : Agung Puja Kesuma, MPH	
	A. Perubahan Iklim	162
	B. Pengaruh Perubahan Iklim di berbagai wilayah di Dunia.....	163
	C. Perubahan Iklim dan Risiko Bencana	166
	D. Faktor Cuaca yang Berkontribusi pada Bencana..	169
	E. Perkiraan Bencana yang Terjadi dalam Perubahan Iklim	170
	F. Peristiwa Penting Kejadian Bencana Akibat Cuaca Ekstrim	172
	G. Dampak Ekonomi Akibat Bencana	181
	H. Mengatasi Bencana Akibat Perubahan Iklim.....	181
	DAFTAR PUSTAKA.....	188

BAB 11	TEKNOLOGI PEMANTAUAN LINGKUNGAN....	192
	Oleh : Fandy Gatra, SKM., M.Kes	
	A. Latar Belakang.....	192
	B. Tujuan Teknologi Pemantauan Lingkungan.....	194
	C. Manfaat Teknologi Pemantauan Lingkungan.....	196
	D. Jenis Jenis Teknologi Pemantauan Lingkungan....	197
	E. Penutup.....	209
	DAFTAR PUSTAKA	210
BAB 12	DAMPAK PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM BAGI KESEHATAN.....	212
	Oleh : Andy Sirada, S.S.T., M.Fis.	
	A. Pendahuluan	212
	B. Mekanisme Biologis Paparan Panas dan Kesehatan Manusia.....	214
	C. Paparan Panas dan Kesehatan Anak.....	217
	D. Paparan Panas dan Kesehatan Lansia.....	219
	E. Paparan Panas dan Kesehatan Pekerja	222
	F. Paparan Panas dan Kesehatan Kardiorespirasi.....	225
	G. Paparan Panas dan Kesehatan Mental	227
	H. Paparan Panas dan Penyebaran Penyakit Menular.....	228
	DAFTAR PUSTAKA	231
	TENTANG PENULIS.....	234

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Peningkatan Konsentrasi Gas Rumah Kaca di Atmosfer	52
Tabel 8.1	Produksi Tanaman Pangan di Indonesia Tahun 2006 dan Prediksi Tahun 2050 Akibat Perubahan Iklim	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Bukti Pemanasan Global Mencairnya Es di Kutub Utara.....	6
Gambar 4. 1	Proses efek rumah kaca	46
Gambar 4. 2	Perbedaan Panas Permukaan Bumi : (a). Efek Rumah Kaca Alami (GRK Normal); (b). Efek Rumah Kaca dengan Konsentrasi Tinggi (GRK Tinggi) (DLH Kab. Sleman, 2018).....	47
Gambar 4. 3	Proses Kerusakan Ozon oleh Klorin.....	50
Gambar 8. 1	Hubungan Atmosfer dengan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim terhadap Dampak Global dan Dampak di Indonesia pada Lingkungan dan Makhluk Hidup	111
Gambar 8. 2	Potensi Umum Dampak Lingkungan Pemanasan Global dan Perubahan Iklim.....	116
Gambar 8. 3	Penyebab dan Dampak Pemanasan Global dan Perubahan Iklim Pada Lingkungan dan Manusia	119
Gambar 8. 4	Dampak Lingkungan Akibat Pemanasan Global..	121
Gambar 8. 5	Kondisi stabil pemanasan permukaan global selama 50 tahun kaitannya dengan peningkatan suhu.....	123
Gambar 8. 6	Dampak Lingkungan Perubahan Iklim	128
Gambar 8. 7	Kondisi Fenomena El Nino, Normal, dan La Nina akibat Perubahan Iklim; Sumber : NOAA (2023b).....	130
Gambar 8. 8	Sebaran Spesies Tumbuhan dan Hewan di Dunia yang Terancam Punah akibat Perubahan Iklim	132
Gambar 8. 9	Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Terancam Perubahan Iklim.....	134
Gambar 8. 10	Dampak Perubahan Iklim terhadap Kesehatan Berbasis Lingkungan; (Sumber: Unair.ac.id) news	135
Gambar 8. 11	Dampak Lingkungan Perubahan Iklim	137

Gambar 10. 1	Bahaya-bahaya yang berkaitan dengan iklim (Morris et al., 2022)	168
Gambar 10. 2	Negara-negara terdampak kekeringan tahun 2020-2022	177
Gambar 10. 3	Penyebaran nyamuk <i>Ae albopictus</i> di Eropa (Semenza and Suk, 2018).....	180
Gambar 12. 1	Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan Manusia	213
Gambar 12. 2	Mekanisme Biologis Paparan Panas dan Kesehatan Manusia	215



PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Ririn Pakaya, SKM, MPH
dr. Yusias Hikmat Diani, MKes
Hamsia L. Waru, SKM., M.Kes
Prof Dr. Yusuf Sabilu, M. Si.
Siti Rabbani Karimuna, S.KM., M.P.H
Resna Maulia.,S.Si.,M.KL
Indra Purnama Iqbah, SPd MSc
Prof. Dr. Ir. Aminuddin Mane Kandari, M.Si
apt. Fransiska Sitompul, S.Farm.,M.Farm
Agung Puja Kesuma, MPH
Fandy Gatra, SKM., M.Kes
Andy Sirada, S.S.T., M.Fis.



BAB 1

PENGERTIAN PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

Ririn Pakaya, SKM, MPH

A. Pendahuluan

Pemanasan global dan perubahan iklim merupakan dua fenomena interelasi yang memegang peranan krusial dalam memahami dinamika lingkungan global saat ini. Pemanasan global merujuk pada peningkatan suhu rata-rata global yang terjadi sebagai akibat dari peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Gas-gas ini, seperti karbon dioksida, metana, dan nitrous oxide, dihasilkan oleh aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan pertanian intensif. Akumulasi gas rumah kaca menyebabkan peningkatan perangkap panas di atmosfer, menyebabkan suhu Bumi naik secara bertahap. Dampaknya meluas ke perubahan iklim, yang mencakup perubahan pola cuaca, naiknya permukaan laut, dan fenomena cuaca ekstrem (Pielke et al., 2005).

Perubahan iklim, sebagai hasil dari pemanasan global, membawa dampak serius terhadap ekosistem, manusia, dan seluruh planet. Melibatkan perubahan dalam suhu, curah hujan, dan distribusi iklim secara keseluruhan, perubahan iklim mempengaruhi keberlanjutan ekosistem dan menyulitkan kehidupan manusia. Akibatnya, perlindungan dan mitigasi perubahan iklim telah menjadi fokus utama dalam agenda global. Dengan pertumbuhan populasi, industrialisasi, dan aktivitas manusia yang berkelanjutan, tantangan untuk mengatasi pemanasan global dan perubahan iklim semakin mendesak. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang kaitan antara pemanasan global dan perubahan iklim adalah

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, T. R., Hawkins, E., & Jones, P. D. (2016). CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models. *Endeavour*, 40(3), 178–187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2016.07.002>
- Beer, J., Mende, W., & Stellmacher, R. (2000). The role of the sun in climate forcing. *Quaternary Science Reviews*, 19(1), 403–415. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00072-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00072-4)
- Bloomfield, P. (1992). Trends in global temperature. *Climatic Change*, 21(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/BF00143250>
- Dilmore, R., & Zhang, L. (2018). *Greenhouse Gases and Their Role in Climate Change BT - Greenhouse Gases and Clay Minerals: Enlightening Down-to-Earth Road Map to Basic Science of Clay-Greenhouse Gas Interfaces* (V. Romanov (ed.); pp. 15–32). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12661-6_2
- Fankhauser, S. (2017). Adaptation to Climate Change. *Annual Review of Resource Economics*, 9(Volume 9, 2017), 209–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-033554>
- Farsi, N., & Mahjouri, N. (2019). Evaluating the contribution of the climate change and human activities to runoff change under uncertainty. *Journal of Hydrology*, 574, 872–891. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.028>
- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lacis, A., & Oinas, V. (2000). Global warming in the twenty-first century: An alternative scenario. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(18), 9875–9880. <https://doi.org/10.1073/pnas.170278997>

- Hansen, J., Sato, M., Ruedy, R., Lo, K., Lea, D. W., & Medina-Elizade, M. (2006). Global temperature change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(39), 14288–14293. <https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>
- Jenkins, T. N. (1996). Democratizing the global economy by ecologicalising economics: The example of global warming. *Ecological Economics*, 16(3), 227–238. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00090-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00090-9)
- Kerr, R. A. (2007). Global Warming Is Changing the World. *Science*, 316(5822), 188–190. <https://doi.org/10.1126/science.316.5822.188>
- Khasnis, A. A., & Nettleman, M. D. (2005). Global Warming and Infectious Disease. *Archives of Medical Research*, 36(6), 689–696. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.03.041>
- Leuliette, E. W., & Nerem, R. S. (2016). Contributions of Greenland and Antarctica to Global and Regional Sea Level Change. *Oceanography*, 29(4), 154–159. <http://www.jstor.org/stable/24862290>
- Matthews, H. D., Weaver, A. J., Meissner, K. J., Gillett, N. P., & Eby, M. (2004). Natural and anthropogenic climate change: incorporating historical land cover change, vegetation dynamics and the global carbon cycle. *Climate Dynamics*, 22(5), 461–479. <https://doi.org/10.1007/s00382-004-0392-2>
- Pielke, R. A., Landsea, C., Mayfield, M., Layer, J., & Pasch, R. (2005). Hurricanes and Global Warming. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86(11), 1571–1576. <https://doi.org/https://doi.org/10.1175/BAMS-86-11-1571>
- Schelling, T. C. (1992). Some Economics of Global Warming. *The American Economic Review*, 82(1), 1–14. <http://www.jstor.org/stable/2117599>

- Stern, D. I., & Kaufmann, R. K. (2014). Anthropogenic and natural causes of climate change. *Climatic Change*, 122(1), 257–269. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-1007-x>
- Trenberth. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1–2), 123–138. <https://www.int-res.com/abstracts/cr/v47/n1-2/p123-138>
- Turner, J., & Overland, J. (2009). Contrasting climate change in the two polar regions. *Polar Research*, 28(2), 146–164. <https://doi.org/10.1111/j.1751-8369.2009.00128.x>
- Zhang, W., Luo, G., Chen, C., Ochege, F. U., Hellwich, O., Zheng, H., Hamdi, R., & Wu, S. (2021). Quantifying the contribution of climate change and human activities to biophysical parameters in an arid region. *Ecological Indicators*, 129, 107996. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107996>

BAB 2

FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA PEMANASAN GLOBAL

dr. Yusias Hikmat Diani, M.kes

A. Pendahuluan

Pemanasan global merupakan salah satu permasalahan lingkungan hidup yang rumit dan mendesak, sehingga menarik perhatian banyak kalangan dalam beberapa dekade terakhir (Gharaie et al, 2012; Dahman et al, 2019; Keniah, 2023).

Selama satu abad terakhir, bumi telah mengalami perubahan iklim yang terjadi secara terus menerus dan mengalami puncaknya pada terjadinya kenaikan suhu rata-rata bumi yang berlangsung secara signifikan. Terjadinya kenaikan suhu memberikan dampak negatif terhadap manusia, lingkungan dan masa depan bumi (Keniah, 2023).

Faktor penyebab dari pemanasan global merupakan interaksi antara aktivitas buatan manusia (antropogenik) dan proses alam (Keniah, 2023). Aktivitas buatan manusia (antropogenik) dianggap memberi pengaruh yang sangat jelas dan menjadi penyebab utama dalam sejarah terhadap emisi gas rumah kaca dan pemanasan global (Chu & Karr, 2017). Aktivitas buatan manusia dapat memberikan manfaat bagi manusia, namun juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan sumber daya dan kerusakan lingkungan akibat penggunaan bahan bakar minyak, penggundulan hutan, pengurangan (desertifikasi), pesatnya industrialisasi dan kendaraan bermotor (Kabir et al, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Barry, R.G. & Chorley, R.J., 2003, 'Atmosphere, weather and climate: Eighth edition', *Atmosphere, Weather and Climate: Eighth Edition*, 9780203428238, 1–421.
- Berglund, L.G., Rissanen, S., Jussila, K., Kaufman, J.W., Piirilä, P., Savolainen, K.M., Kalliokoski, P., Pasanen, P., Viluksela, M., Landström, U., Saarinen, P., Rysä, J. & Juvonen, R., 2020, 'Physiological and toxicological considerations', *Industrial Ventilation Design Guidebook: Volume 1 Fundamentals, Second Edition*, 111–226.
- Breeze, P., 2017, 'The Carbon Cycle and Atmospheric Warming', *Electricity Generation and the Environment*, 13–21.
- Cassia, R., Nocioni, M., Correa-Aragunde, N. & Lamattina, L., 2018, 'Climate change and the impact of greenhouse gases: CO₂ and NO, friends and foes of plant oxidative stress', *Frontiers in Plant Science*, 9, 331669.
- Chu, E.W. & Karr, J.R., 2017, 'Environmental Impact: Concept, Consequences, Measurement', *Reference Module in Life Sciences*.
- Dahman, Y., Syed, K., Begum, S., Roy, P. & Mohtasebi, B., 2019, 'Biofuels: Their characteristics and analysis', *Biomass, Biopolymer-Based Materials, and Bioenergy: Construction, Biomedical, and other Industrial Applications*, 277–325.
- Follett, R.F., 2012, 'Beyond Mitigation: Adaptation of Agricultural Strategies to Overcome Projected Climate Change', *Managing Agricultural Greenhouse Gases: Coordinated Agricultural Research through GRACEnet to Address our Changing Climate*, 505–523.
- Garrick, B.J., 2008, 'Examples of Risks Having the Potential for Catastrophic Consequences', *Quantifying and Controlling Catastrophic Risks*, 203–230.

- Gharaie, M., Jobson, M., Hassan Panjeshahi, M. & Zhang, N., 2012, 'Techno-Economic Optimization of IGCC Integrated with Utility System for CO₂ Emissions Reduction', *Computer Aided Chemical Engineering*, 30, 227–231.
- Guo, X. & Lü, X., 2021, 'The need for biofuels in the context of energy consumption', *Advances in 2nd Generation of Bioethanol Production*, 9–30.
- Kabir, M., Habiba, U.E., Khan, W., Shah, A., Rahim, S., Rios-Escalante, P.R.D. los, Farooqi, Z.U.R. & Ali, L., 2023, 'Climate change due to increasing concentration of carbon dioxide and its impacts on environment in 21st century; a mini review', *Journal of King Saud University - Science*, 35(5), 102693.
- Keniah, J., 2023a, 'Global Warming: A Comprehensive Examination', *International Journal of Science and Society*, 5(4), 135–145.
- Keniah, J., 2023b, 'Global Warming: A Comprehensive Examination', *International Journal of Science and Society*, 5(4), 135–145.
- Kweku, D.W., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K.A., Danso, K.B., Asante Oti-Mensah, E., Quachie, A.T., Adormaa, B.B. & Dopico, E., 2017, 'Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming', *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6), 1–9.
- Lutgens, F.K., Tarbuck, E.J. & Herman, R.L., no date, 'The Atmosphere An Introduction to Meteorology Fourteenth Edition'.
- Mann, M.E., 2024 *Greenhouse gas - Atmospheric Science* | *Britannica*.
- Means T, Marc L. 2015 *What is the Greenhouse Effect?* | *Global Warming* | *Live Science*.
- Moqimzai, O., 2020, 'Factors of Global Warming and Its Effects on the Environment', *International Journal For Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 7(6), 202–208.

- Reavis, M., Ahlen, J., Rudek, J. & Naithani, K., 2022, 'Evaluating Greenhouse Gas Emissions and Climate Mitigation Goals of the Global Food and Beverage Sector', *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 789499.
- Shahzad, U., 2015, 'Global Warming: Causes, Effects and Solutions', *Durreesamin Journal*, 1(4).
- Ritchie H, Rosado P, Roser M. 2024, *Greenhouse gas emissions - Our World in Data*.
- Xie, S.-P., 2024, 'Global Warming: Thermodynamic Effects', *Coupled Atmosphere-Ocean Dynamics*, 339–366.

BAB 3

PERUBAHAN IKLIM DAN DAMPAKNYA BAGI EKOSISTEM

Hamsia L. Waru, SKM., M.Kes

A. Pendahuluan

Perubahan lingkungan global merupakan sebuah ungkapan yang akhir-akhir ini sering kita dengar dalam berbagai media massa dan di dengung-dengungkan oleh pakar lingkungan dalam berbagai kesempatan. Planet bumi semakin menua dan mengalami berbagai perubahan yang berdampak darat, udara dan laut, khusus untuk lingkungan laut perubahan ini bisa mempunyai dampak yang lebih besar lagi di masa mendatang bila tidak diambil Langkah-langkah pencegahan sejak sekarang melalui tindakan nyata dari semua *stakeholder* di seluruh dunia (Sarkawi, 2011).

Suhu bumi menghangat setelah fase revolusi industri, sinar matahari yang seharusnya dipantulkan Kembali terperangkap di dalam atmosfer bumi, sebagai akibat dari aktivitas sisa hasil limbah industri berupa gas rumah kaca, gas rumah kaca sebagaimana diakui oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa dan telah diatur dalam Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 (Suharto et al., 2023).

Gas rumah kaca merupakan molekul zat yang mempunyai sifat rekatif atas panas matahari, gas inilah yang memerangkap panas matahari sehingga panas yang seharusnya memantul keluar dari lapisan ozon menjadi tertahan di bumi hingga berdampak kepada perubahan iklim (Suharto et al., 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Djohar, M. (2017). *Ekologi: Populasi, Komunitas, Ekosistem Mewujudkan Kampus Hijau, Asri, Islami dan Ilmiah*.
- M. Joanda, D. (2024). *Dampak Perubahan Iklim terhadap Keanekaragaman Hayati: Tantangan dan Upaya Konservasi*. Universitas Muhammadiyah Riau.
- Malihah, L. (2022). Tantangan dalam Upaya Mengatasi Dampak Perubahan Iklim dan Mendukung Perubahan Ekonomi Berkelanjutan: Sebuah Tinjauan. *Kebijakan Pembangunan*, 17, 219-232.
- Sarkawi, D. (2011). Pengaruh Pemanasan Global terhadap Perubahan Iklim. *Cakrawala*, XI.
- Suharto, D. V., Retnowati, A., & Rhiti, H. (2023). Politik Hukum Perlindungan Lingkungan Hidup Dari Dampak Perubahan Iklim Melalui Pengaturan Industri Hijau Terhadap Industri Peternakan. *Legislasi Indonesia*, 20, 1-19.

BAB 4

EFEK RUMAH KACA

Prof. Dr. Yusuf Sabilu, M.Si

A. Pendahuluan

Istilah efek rumah kaca pertama kali diusulkan oleh Joseph Fourier pada tahun 1824 (Phelia, et.al., 2021; Pratama, 2019). Efek rumah kaca (*Green house effect*) adalah sebuah kondisi dimana suhu dari sebuah benda langit seperti bintang dan planet yang mempunyai lapisan atmosfer seperti Bumi, Mars, Venus, dan Titan (Satelit Saturnus) meningkat secara drastis yang disebabkan karena adanya perubahan kondisi dari komposisi dan keadaan atmosfer yang mengelilinginya (Pratama, 2019). Secara alamiah cahaya matahari (radiasi gelombang pendek) yang menyentuh permukaan bumi akan berubah menjadi panas dan menghangatkan bumi (Pratama, 2019). Saat cahaya matahari melewati atmosfer bumi dan mencapai permukaan bumi, maka sekitar 70 persen dari energi cahaya masuk di bumi diserap oleh tumbuhan, tanah, air (termasuk lautan) dan seluruh benda-benda lainnya di permukaan bumi, sedangkan 30 persen dipantulkan kembali ke atmosfer.

Tujuh puluh persen energi cahaya matahari yang diserap di bumi oleh benda-benda di bumi juga diradiasikan kembali ke atmosfer (Phelia dan Sinia, 2021). Sebagian panas sinar matahari yang dipantulkan berupa radiasi inframerah itu akan diserap oleh gas-gas di atmosfer yang menyelimuti bumi yang disebut dengan gas rumah kaca (GRK) seperti uap air (H_2O), karbondioksida (CO_2), dan metana (CH_4), nitrogen oksida (NO_x), Ozon (O_3), dan klorofluorokarbon (CFC) (Pratama, 2019;

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad R., (2011). Isu Lingkungan Global (Modul 1). Universitas Terbuka, Tangerang Selatan.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman (2018) Pengertian dan Penyebab Efek Rumah Kaca. <https://dlh.slemankab.go.id/pengertian-dan-penyebab-efek-rumah-kaca/>
- Fatahuddin I., Mujtahid F., Malik M., Yudith V., Dzawan M.A., Indriasari S. (2022). Literature Review: Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Hasil Pertanian Kabupaten Sidrap dan Dampak Terhadap Perekonomian. Prosiding Seminar Nasional BSKJI "Post Pandemic Economy Recovery", Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam, dan Maritim. Samarinda, 12 Juli 2022.
- Geomedia (2024). Efek Rumah Kaca (Green House Effect) <https://geo-media.blogspot.com/2015/08/efek-rumah-kaca-green-house-effect.html>. diakses 11 Maret 2024.
- Kemenkes RI, (2021). Pemanasan Global Memicu Masalah Kesehatan. <https://dinkes.kalbarprov.go.id/artikel/pemanasan-global-memicu-masalah-kesehatan/> diakses 12 Maret 2024
- KLHK (2024). Bahan Perusak Ozon (BPO): Apa dan Bagaimana Penanganannya. (<https://sib3pop.menlhk.go.id/index.php/articles/view?slug=bahan-perusak-ozon-bpo-apa-dan-bagaimana-penanganannya> Diakses 11 Maret 2024.
- KLHK (2017). Kenali dan lindungi lapisan ozon. <http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/images/docs/KENALI%20DAN%20LINDUNGI%20LAPISAN%20OZON.pdf>. diakses 11 Maret 2024.
- Martono, M. (2015). Fenomena Gas Rumah Kaca. Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas, 5(2). <http://ejurnal.>

ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php /swarapatra/article /view/151

- Parinduri L. Dan Parinduru T., (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbaru. *Journal of Electrical Technology*, 5(2): 88-92
- Pertamina (2020). Pertamina Energy Outlook 2020. Jakarta: Pertamina Energy Institute.
- Pratama, R., (2019). Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi, Tanaman, dan Atmosfer. *Buletin Utama Teknik*, 14(2): 120-126
- Phelia A., Pramita G., Susanto T., Widodo A., dan Tina, A (2021). Implementasi Project Base Learning Dengan Konsep Eco-green di SMA IT Baitul Jannah Bandar Lampung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan* 5(1):670-675.
- Phelia, A., & Sinia, R. O. (2021). Skenario Pengembangan Fasilitas Sistem Pengolahan Sampah Dengan Pendekatan Cost Benefit Analysis Di Kelurahan Kedamaian Kota Bandar Lampung. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1): 1555-1562.
- Prayogi U dan Sugiono R. (2022). Analisis Global Warming Potential (GWP) dan Ozon Depletion Potential (ODP) pada Refrigerant R32,R290, R407C, R410A, Sebagai Pengganti R22. *Jurnal teknik Mesin* 11(1): 14-22
- Rachmayanti L. dan Mangkoedihardjo S. (2020). Evaluasi dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO₂) di Zona Tenggara Kota Surabaya (Studi Literatur dan Kasus) *Jurnal Teknik ITS* 9(2):107-114.
- Rawung F.C. (2015). Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (Rth) Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Di Kawasan Perkotaan Boroko. *Media Matrasain* 12(2):17-32.
- Romadho F.D. dan Subekti R. (2023). Analisis Pengaturan Energi Terbaru Dalam Kendaraan Berbasis Elektrik Untuk Mendukung Perlindungan Lingkungan (Analisis Komparatif

- Antara Indonesia, Brazil, Dan Pakistan). *Jurnal Pacta Sunt Servanda* 4(1):117-190
- Sugiyono, A. (2006). Penanggulangan Pemanasan Global Di Sektor Pengguna Energi. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 7(2): 15-19
- Suprihatin, Indrasti N.S., Romli M. (2008). Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Melalui Pengomposan Sampah. *J. Tek. Pert.* 18(1): 53-59.
- Surtani (2015).Efek Rumah Kaca Dalam Perspektif Global: Pemanasan Global Akibat Efek Rumah Kaca. *Jurnal Geografi* 4(1): 49-55
- Tony B. dan Juwono K., (2007). Dampak perubahan iklim global terhadap indonesia. www.kompas.com/skola/read/2022/09/30/090000869/dampak-perubahan-iklim-global-terhadap-kehidupan?page=all. Diakses 12 Maret 2024.

BAB 5

DEGRADASI UDARA: POLUSI UDARA DAN PEMANASAN GLOBAL

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

A. Pendahuluan

Peningkatan permukaan air laut, perubahan pola curah hujan, dan kejadian cuaca ekstrem merupakan indikasi perubahan iklim. Risiko meningkat seiring dengan tingkat keparahan dan frekuensi kejadian iklim ekstrim. Bencana kekeringan dan banjir yang terjadi pada musim hujan yang Akan mengakibatkan ada lebih banyak risiko terjadinya kekeringan. Sumber daya air, pertanian, kehutanan, perikanan, kesehatan, serta infrastruktur dan fasilitas semuanya akan terkena dampaknya (Tri Cahyono, 2017).

Ciri-ciri permasalahan perubahan iklim adalah sebagai berikut: (1) kompleksitas, karena berdampak pada seluruh sektor, lembaga, dan tingkatan publik; (2) saling ketergantungan, karena tidak ada bangsa atau kelompok masyarakat yang mampu menanganinya sendiri; (3) munculnya konflik kepentingan yang memerlukan solusi kompromi yang logis; dan (4) ketidakpastian, sebagai akibat dari faktor-faktor tersebut, yang mengharuskan dibuatnya berbagai komitmen (Winanti, 2019).

Bencana alam merupakan akibat dari pemanasan. Suhu Permukaan Laut (SPL) yang meningkat, panas bumi, dan panas udara menjadi beberapa penyebab terjadinya pemanasan global. Namun, karena SPL merupakan indikasi utama perubahan iklim, maka penting untuk mengidentifikasi semua elemen yang berkontribusi sesegera mungkin. sebagai cara untuk menghindari tragedi yang menimpa manusia. Perubahan

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, I.Q. and Umaroh, R. (2023) 'Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan: Analisis Rumah Tangga Indonesia', *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 23(1), pp. 16–26. Available at: <https://doi.org/10.21002/jepi.2022.02>.
- Arinto, Y.P.W. (2016) *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Hari, B.S. (2019) *Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. Bandung: Penerbit Duta.
- Maharani, S. and Aryanta, W.R. (2023) 'Dampak Buruk Polusi Udara Bagi Kesehatan Dan Cara Meminimalkan Risikonya', *Jurnal Ecocentrism*, 3(2), pp. 47–58. Available at: <https://doi.org/10.36733/jeco.v3i2.7035>.
- Marlina, S. (2022) *Dampak Perubahan Iklim Pada Kesehatan Masyarakat*. Bojong: Penerbit Nem.
- Mukono, H.J. (2018) *Analisis Kesehatan Lingkungan Akibat Pemanasan Global*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sulkan, M. (2020) *Pemanasan Global dan Masa Depan*. Semarang: Alprin.
- Tri Cahyono (2017) *Penyehatan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Triana Vivi (2008) 'Pemanasan Global 3', *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 2(2), p. 36. Available at: 10.24893/jkma.2.2.159-163.2008.
- Winanti, R. (2019) 'Dampak Polusi Udara Pada Kesehatan Jantung', *Universitas Medan Area*, (November), pp. 1–12.
- Zettira, T. and Yudhastuti, R. (2022) 'Perbedaan Polutan Penyebab Polusi Udara Dalam Ruangan Pada Negara Maju dan Berkembang: Literature Review', *Media Gizi Kesmas*, 11(2), pp. 625–632.

BAB 6

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Resna Maulia.,S.Si., M.KL

A. Pendahuluan

Aktivitas manusia yang meningkat seperti aktivitas industri, pembangunan, transportasi dapat mempengaruhi keadaan kualitas air, udara, tanah serta terjadinya perubahan iklim secara global. Pertumbuhan penduduk yang cepat dan permintaan kebutuhan energi menyebabkan bertambahnya sumber polutan berbahaya dan efek rumah kaca. Hal ini menjadi pengaruh besar terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Pada tahun 2015, diperkirakan bahwa pencemaran dapat menimbulkan penyakit yang menyebabkan angka kematian dini sebanyak 9 juta jiwa lebih banyak 3 (tiga) kali lipat dibandingkan dengan jumlah kematian akibat malaria, AIDS dan tuberkulosis (Ukaogo et al., 2020).

Secara umum pencemaran lingkungan lebih banyak terjadi di negara yang mempunyai pendapatan menengah dan rendah dibandingkan negara maju, hal ini kemungkinan disebabkan oleh kemiskinan, peraturan perundang-undangan yang buruk dan ketidaktahuan akan pencemaran lingkungan (Mahuli, 2024).

Pencemaran lingkungan terjadi tidak hanya akibat dari kegiatan industrialisasi, urbanisasi, pertumbuhan penduduk, eksplorasi dan pertambangan, tetapi juga perpindahan bahan pencemar lintas negara melalui media udara dan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmaddhian, S., & Hanipah, P. (2021). Penegakan Hukum terhadap Tindak Pidana Pencemaran Tanah Akibat Limbah Industri. *Jurnal Penelitian Universitas Kuningan*, 12, 192–200.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996 Tentang: Baku Tingkat Kebisingan, Kementerian Lingkungan Hidup 15 (1996). [https://baristandsamarinda.kemenperin.go.id/download/KepMenLH49\(1996\)-Baku_Tingkat_Getaran.pdf](https://baristandsamarinda.kemenperin.go.id/download/KepMenLH49(1996)-Baku_Tingkat_Getaran.pdf)
- Khasanova, S., Alieva, E., & Shemilkhanova, A. (2023). Environmental Pollution: Types, Causes and Consequences. *BIO Web of Conferences*, 63. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20236307014>
- Mahuli, J. I. (2024). Penegakan Hukum Lingkungan Di Indonesia : Tantangan dan Harapan *Environmental Law Enforcement in Indonesia : Challenges and Hope*. 1(32), 7–14.
- Molina, L. T., & Gurjar, B. R. (2010). Regional and global environmental issues of air pollution. In *Air Pollution: Health and Environmental Impacts*. <https://doi.org/10.1201/EBK1439809624>
- Mukono., H. . (1999). *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan* (Edisi Kedua). Airlangga University Press.
- Mukono., H. . (2011). *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Airlangga University Press.
- Muslimah, M. muslimah. (2017). Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.33059/jpas.v2i1.224>
- Nur Azizah, L., & Syafiuddin, A. (2022). Review Tentang Efektivitas Pengolahan Air Limbah yang Ada di Indonesia. *Jurnal Sosial Sains*, 2(8), 907–920. <https://doi.org/10.59188/jurnalsosains.v2i8.453>

- Özkara, A., & Akyıl, D. (2018). Environmental Pollution and Pollutants on the Ecosystem: A Review. *Journal of Scientific Reviews*, 11(2), 11-17.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 1 Sekretariat Negara Republik Indonesia 483 (2021). <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Salsabila, W. N., . Y., & . S. (2023). Analisis Perkembangan Penanggulangan Pencemaran Udara Yang Disebabkan Oleh Bahan Bakar Fosil. *Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 2(4), 1010-1014. <https://doi.org/10.47233/jpst.v2i4.1331>
- Ukaogo, P. O., Ewuzie, U., & Onwuka, C. V. (2020). Environmental pollution: Causes, effects, and the remedies. In *Microorganisms for Sustainable Environment and Health*. INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8>
- Wayan Budiarsa Suyasa. (2015). Pencemaran Air & Pengolahan Air Limbah. *Udayana University Press*, 1-153. <http://penerbit.unud.ac.id>

BAB 7

RADIASI LINGKUNGAN

Indra Purnama Iqbah, S.Pd., M.Sc

A. Pendahuluan

Radiasi lingkungan adalah radiasi yang berasal dari sumber alam maupun manusia yang dapat ditemui di lingkungan sehari-hari. Radiasi ini dapat bersifat ionisasi (yang dapat merusak DNA dan jaringan hidup) atau non-ionisasi. Berikut adalah beberapa materi yang mungkin relevan untuk mempelajari lebih lanjut tentang radiasi lingkungan:

1. Sifat Radiasi Lingkungan

Materi ini mencakup jenis-jenis radiasi seperti radiasi elektromagnetik (seperti sinar-X, sinar gamma, dan radiasi ultraviolet) dan radiasi partikel (seperti radiasi alfa, beta, dan neutron). Sifat-sifat ini harus dipahami dengan baik untuk mengevaluasi dampaknya pada lingkungan dan kesehatan manusia.

2. Sumber Radiasi Lingkungan

Radiasi lingkungan dapat berasal dari sumber alam seperti sinar matahari (radiasi ultraviolet), radiasi kosmik, dan radon dari tanah. Selain itu, sumber-sumber buatan manusia seperti tenaga nuklir, penggunaan teknologi medis (seperti sinar-X), dan limbah radioaktif juga merupakan penyumbang radiasi lingkungan.

3. Pengukuran dan Monitoring

Untuk memahami tingkat paparan radiasi lingkungan dan potensi dampaknya, diperlukan teknik-teknik pengukuran dan monitoring. Ini termasuk penggunaan dosimeter untuk mengukur paparan radiasi pada individu dan alat-alat

DAFTAR PUSTAKA

- Eisenbud, M., & Gesell, T. F (1997) *Environmental Radioactivity: From Natural, Industrial, and Military Sources*, Academic Press.
- NCRP (2009) *Environmental Radiation Measurements: Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements*, National Council on Radiation Protection and Measurements.
- Stabin, M. G (2010) *Radiation Protection and Dosimetry: An Introduction to Health Physics*, Springer.
- Pielou, E. H (1998) *Radiation Ecology: An Introduction to Radiation and Its Effects on Ecosystems*, Academic Press.
- Eisenbud, M., & Gesell, T. F (1977) *Radioactivity in the Environment*, Academic Press.
- Sherer, M. A. S., Visconti, P. J., & Ritenour, E. R (2013) *Radiation Protection in Medical Radiography*, Mosby.
- Kathren, R. L., & Turner, J. E (2011) *Radiation and Health*, John Wiley & Sons.
- Linton, O (2013) *Radiation Protection in Nuclear Medicine*, Springer.
- Tschiersch, J., & Hofmann, W. (Eds.) (2010) *Radioactivity in the Environment*, Elsevier.
- WHO (2007) *WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective*, World Health Organization

BAB 8

DAMPAK LINGKUNGAN PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM

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

A. Pendahuluan

Masalah lingkungan hidup telah menjadi perhatian umat manusia yang paling mendesak saat ini, dimana jumlah dan distribusi curah hujan berubah secara global seiring dengan meningkatnya suhu akibat pemanasan global (*global warming*) dan perubahan iklim (*climate change*), bahkan Wakde dan Pravin (2023) menyatakan bahwa fenomena tersebut menjadi masalah global utama yang melampaui permasalahan nasional dan batas geografis.

Sehubungan dengan itu, perhatian terhadap dampak lingkungan pemanasan global dan perubahan iklim menjadi salah satu agenda penting pembangunan berkelanjutan (SDGs) 2030 yang disepakati bersama oleh negara maju dan negara berkembang melalui sidang umum PBB September 2015, yang secara khusus menetapkan 17 tujuan pokok, yaitu tanpa kemiskinan; tanpa kelaparan; kehidupan sehat dan sejahtera; pendidikan berkualitas; kesetaraan gender; air bersih dan sanitasi layak; energi bersih dan terjangkau; pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi; industri, inovasi dan infrastruktur; berkurangnya kesenjangan; kota dan permukiman yang berkelanjutan; konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab; penanganan perubahan iklim, ekosistem lautan, ekosistem daratan; perdamaian, keadilan dan kelembagaan yang tangguh; kemitraan untuk mencapai tujuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbass, K., Muhammad, Z.Q., Huaming,S., Muntasir, M., Haider, M., and Ijaz, Y. (2022) *A Review of The Global Climate Change Impacts, Adaptation, and Sustainable Mitigation Measures*. Environmental Science and Pollution Research. Vol. 29, pages 42539–42559
- Al Gore (2006) *Earth in The Balance:Ecology and The Human Spirit*. Rodale.USA.
- Ardiansyah S, R.T. (2023) *Konsep Ekologi dan Ekosistem dalam Kesehatan Lingkungan*. **Dalam** Kandari, A.M. dan R. Tosepu (Ed). Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan. Bab 2, Hal. 14 – 28. ISBN : 978-623-151-475-2. Penerbit. CV. Eureka Media Aksara.
- Azizah, R. (2023) *Dampak Perubahan Iklim bagi Kesehatan*. Kepala Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan FKM UNAIR.
- Britannica (2024) *United Nations Conference on Environment and Development*. History & Society.
- Cahyo, N.K (2023) *BMKG Serukan Kesadaran Terhadap Pemanasan Global dan Dampaknya pada Pertanian*. Berita.
- Chandio, A.A, Yuansheng J., Fayyaz, A., Salina, A., Qurat, U.A. (2023) *Assessing The Impacts Of Climatic And Technological Factors On Rice Production: Empirical Evidence From Nepal*. Technology in Society. Elsevier.
- Cianconi, P., B.Hanife,F.Grillo, S.Betro', C. B. J. Lesmana, and L. Janiria. (2023) *Eco-emotions and Psychoterratic Syndromes: Reshaping Mental Health Assessment Under Climate Change*. Yale J Biol Med. 2023 Jun; 96(2): 211–226.
- [EP] European Parliament (2023) *Climate Change: The Greenhouse Gases Causing Global Warming*.

- [EPA] Environmental Protection Agency. (2023a) *Climate Change Indicators: Weather and Climate*. Last updated on July 26, 2023.
- [EPA] Environmental Protection Agency (2023b) *Basics of Climate Change*. Climate Change Science.
- Ferreira, A., J. Carvalho, dan F. Pinho (2020) *Political competition as a motivation for earnings management close to zero: the case of Portuguese municipalities*. *Journal of Public Budgeting, accounting & Financial Management* 32(3): 461-485. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-10-2018-0109>.
- Gale (2023) *Global Warming and Climate Change. Opposing Viewpoints Online Collection*. <https://www.gale.com/open-access>.
- Gleditsch, N. P. (2021) *This Time Is Different! or Is It? Neo-Malthusians and Environmental Optimists In The Age of Climate Change*. *Journal of Peace Research*, 58(1), 177-185.
- Handoko, I., Y. Sugiarto, Y. Syaikat (2008) *Keterkaitan Perubahan Iklim dan Produksi Pangan Strategis: Telaah Kebijakan Independen dalam Bidang Pertanian*.
- Helmer, J. (2023) *6 Ways Climate Change Hurts Your Health – And What You Can Do About It*. Health Environment. WHO. Available online at: <http://www.who.int/airpollution/en/>.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change (2022) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. NY, USA. doi: 10.1017/9781009.
- Kandari, A.M., S. Kasim, U. O. Hasani, L.O.A. Mando (2021) *The Laloala's Customary Forest Development as Mitigation and Adaptation of Climate Change in the Binongko Island Wakatobi District, Indonesia*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 12 (3) : 1233-1243.

- Kandari, A.M. (2024a) *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. Anggota IKAPI. Jawa Tengah. No. 225/JTE/2021.
- Kandari, A.M. (2024b) *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. Anggota IKAPI. Jateng.
- Kandari, A.M. (2024c) *Peran Agama dalam Kesehatan Mental. Dalam* Hafizah, I. dan E.H. Mujahid (Ed.) *Kesehatan Mental*. Bab 13, Hal. 172-195. ISBN: 978-623-120-225-3. Penerbit: CV. Eureka Media Aksara. Anggota IKAPI. Jawa Tengah.
- Karnawati D., (2023) *Peringatan BMKG Ada Petaka Ancam Bumi, Wajib Lakukan Ini*. Opini. Jakarta, CNBC Indonesia. Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. News redaksi, CNBC.
- [KLHI] Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia (2007). *National Action Plan Addressing Climate Change*. Jakarta
- Manisalidis, I., Elisavet, S. Agathangelos, S. and Eugenia, B. (2020) *Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review*. *Front Public Health*. Doi: 10.3389/fpubh.2020.00014
- Muluneh, M.G. (2021) *Impact of Climate Change on Biodiversity and Food Security: A Global Perspective—A Review Article*. September 2021 *Agriculture & Food Security* 10 (1).
- [NASA] National Aeronautics and Space Administration (2024) *What's The Difference Between Climate Change And Global Warming?*
- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023a) *Greenhouse Gases Continued to Increase Rapidly In 2022*.
- [NOAA] National Oceanic and Atmospheric Administration (2023b). *What are El Niño and La Niña? : El Niño and La Niña are climate patterns in the Pacific Ocean that can affect weather worldwide*. Ocean Service National.

- [PP] Peraturan Pemerintah No. 22 (2021) *Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*.
- [Perpres] Peraturan Presiden Nomor 62 (2013) *Tentang Badan Pengelola Penurunan Emisi GRK dari Deforestasi, Degradasi*.
- Pappas, S., and Alina, B. (2023) *The Effects of Global Warming Will Be Far-Reaching and Often Devastating, Scientists Have Warned*. <https://www.livescience.com/37057-global-warming-effects.html>
- Pristiandaru, D.L. (2023) *16 Dampak Pemanasan Global Terhadap Dunia*. Kompas.com - 19/06/2023. <https://lestari.kompas.com/read/2023/06/19/100000386/16-dampak-pemanasan-global>.
- Putuhena, J.D. (2011) *Perubahan Iklim dan Resiko Bencana pada Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Prosiding Makalah Seminar Nasional dengan Topik Pengembangan Pulau-Pulau Kecil. Unpatti Ambon. ISBN: 978-602-98439-2-7.
- Samet, B. H., C. Zhou, J. S. Fuglestedt, M. T. Lund, J. Marotzke & M. D. Zelinka. (2023) *Steady Global Surface Warming from 1973 to 2022 But Increased Warming Rate After 1990*. Communications Earth & Environment vol. 4, Article number: 400
- [SAMHSA] Substance Abuse and Mental Health Services. (2023) *Types of Disasters - Natural and Human-Caused*. <https://www.samhsa.gov>
- Smith.R.L dan Smith.T.M. (2000) *Element of Ecology*, 4th Ed. Benjamin.
- Stallard, E. (2023) *Apa itu El Nino dan La Nina, bagaimana pengaruhnya terhadap cuaca?*. BBC News Climate and Science. News Indonesia. <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-64235697>

- Surmaini E. dan A. Faqih (2016) *Kejadian Iklim Ekstrem dan Dampaknya Terhadap Pertanian Tanaman Pangan di Indonesia*. Makalah Review. Jurnal Sumberdaya Lahan Vol. 10 No. 2, Desember 2016; 115-128. ISSN 1907-0799.
- Susandi A, Firdaus Y, Herlianti I. (2008) *Impact of Climate Change on Indonesian Sea Level Rise with Reference to It's Socioeconomic Impact*. Bali: EEPSEA Climate Change Conference.
- Uda, C.N., A.I. Philips, H.N. Clement, O.M. Orede, H. Friday. (2024) *Impact on Greenhouse Effect of the Heat Flow of the Earth Surface*. <https://www.researchgate.net/publication/377159487>
- [UU RI] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 (2009). *Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup* (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059).
- [WEF] World Economic Forum. (2024) *Climate Change and Nature Loss Pose Greatest Risks For Humanity: WEF Global Risk Report*. Giulia Riedo Pejabat Kebijakan Pertanian Berkelanjutan Hortense Le Merle Petugas Proyek Pangan Berkelanjutan.
- Wakde, T.D. and Pravin, K.T. (2023) *Environmental Impacts of Climate Change*. Shri. Govindrao Munghate arts and science College, Kurkheda, India. <https://www.researchgate.net/publication/>
- Weisse, M.E. Goldman dan S. Carter (2022) *Tingkat Kehilangan Hutan Primer Tropis pada tahun 2022 Memburuk, Terlepas dari Komitmen Global untuk Mengakhiri Deforestasi*.

BAB 9

UPAYA PENCEGAHAN DAN PERBAIKAN LINGKUNGAN AKIBAT PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN

apt. Fransiska Sitompul, S.Farm., M.Farm.

A. Pendahuluan

Pemanasan global dan perubahan iklim menjadi kekhawatiran seluruh negara di dunia dan fenomena lingkungan yang nyata dan diakui sebagai salah satu ancaman terbesar bagi kehidupan manusia. Pemanasan global dan perubahan iklim adalah keadaan yang menandakan kerusakan ataupun pencemaran lingkungan yang melanda dunia akibat dari adanya aktivitas pembangunan seperti hilangnya gletser, punahnya beberapa jenis hewan dan berpengaruh terhadap hasil pertanian. Pemanasan global adalah adanya proses meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi (atmosfer), laut dan daratan bumi terus meningkat setiap tahunnya. (Malihah, 2022). Menurut Meadows dalam Supriadi (2010) ada lima masalah utama yang memerlukan perhatian global, yaitu kemajuan industrialisasi, pertumbuhan penduduk yang cepat, kekurangan pangan yang meluas, kerusakan sumber daya alam yang tidak terbarui, dan pencemaran lingkungan (Iriani and Nugraheni, 2022).

Pemanasan global semakin parah, akan banyak negara-negara di dunia yang mengalami kebangkrutan, terlebih negara-negara miskin yang mengalami kekeringan yang semakin parah. Curah hujan yang semakin tinggi menyebabkan bencana banjir. Negara-negara yang memiliki penghasilan rendah akan semakin mengalami kerugian akibat produk domestik bruto menurun hingga 4 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan negara-

DAFTAR PUSTAKA

- Iriani, T. and Nugraheni, L. (2022) 'Pembangunan Kampung Iklim Ramah Lingkungan di Jatinegara Kaum sebagai Bentuk Aksi Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim', *Prosiding Seminar Nasional Lahana Suboptimal ke-10*, 6051, pp. 469–479. Available at:
<http://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/download/2681/1526>.
- Ketaren, D. G. K. (2023) 'Peranan Kawasan Mangrove Dalam Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Di Indonesia', *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, p. 73. doi: 10.15578/jkpt.v1i0.12050.
- Leontinus, G. (2022) 'Program Dalam Pelaksanaan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sdgs) Dalam Hal Masalah Perubahan Iklim Di Indonesia', *Jurnal Samudra Geografi*, 5(1), pp. 43–52. doi: 10.33059/jsg.v5i1.4652.
- Malihah, L. (2022) 'Tantangan Dalam Upaya Mengatasi Dampak Perubahan Iklim Dan Mendukung Pembangunan Ekonomi Berkelanjutan: Sebuah Tinjauan', *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 17(2), pp. 219–232. doi: 10.47441/jkp.v17i2.272.
- Nik, H., Agus, T. and M. Wiji, P. (2022) 'Strategi Penanggulangan Pemanasan Global Terhadap Dampak Laju Perekonomian Dalam Pandangan Islam', *Jurnal Dinamika Ekonomi Syariah*, 9(2), pp. 168–183.
- Rahmadania, N. (2022) 'Pemanasan Global Penyebab Efek Rumah Kaca dan Penanggulangannya', *Ilmu Teknik.org*, 2(3), pp. 1–12. Available at:
<http://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/view/87>.
- Wahyudin, W., Sampara, S. and Baharuddin, H. (2020) 'Kebijakan Hukum Lingkungan Terhadap Penanggulangan Krisis Iklim Di Indonesia', *Kalabbirang Law Journal*, 2(2), pp. 91–100. doi: 10.35877/454ri.kalabbirang122.

Wahyuni, H. and Suranto, S. (2021) 'Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Pemanasan Global di Indonesia', *JIIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, 6(1), pp. 148-162. doi: 10.14710/jiip.v6i1.10083.

Zakariya, H. *et al.* (2023) 'Dampak Perubahan Iklim Dan Pemanasan Global Terhadap Ekonomi Dunia', *Sultan Adam: Jurnal Hukum Dan Sosial*, 1, pp. 288-297. Available at: <http://qjurnal.my.id/index.php/sultanadam/article/view/540>.

BAB 10

RISIKO BENCANA DISEBABKAN PERUBAHAN IKLIM

Agung Puja Kesuma, MPH

A. Perubahan Iklim

Perubahan iklim merupakan isu hangat yang menjadi perhatian seluruh dunia. Penyebab terbesar terjadinya perubahan iklim adalah pemanasan global akibat emisi gas rumah kaca yang meningkat kemudian menyebabkan terganggunya pelepasan panas dari bumi ke lapisan luar atmosfer. Dampak dari perubahan iklim telah dirasakan oleh hampir seluruh populasi di dunia, diantaranya adalah peningkatan kejadian bencana. Perubahan iklim dan bencana alam saling memiliki keterkaitan yang tidak bisa dipisahkan. Jika kita perhatikan, Sebagian besar kejadian bencana saat ini merupakan bencana yang disebabkan oleh perubahan iklim.

Istilah "Perubahan iklim" umumnya merujuk pada perubahan dalam pola iklim global yang disebabkan oleh aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, deforestasi, dan kegiatan lain yang meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. Definisi resmi yang diberikan oleh Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (UNFCCC) menyatakan bahwa perubahan iklim mengacu pada perubahan iklim yang dapat secara langsung maupun tidak langsung dikaitkan dengan aktivitas manusia. Perubahan ini menyebabkan perubahan dalam komposisi atmosfer global dan merupakan tambahan dari variabilitas iklim alami yang teramati selama periode waktu yang sebanding. Dengan kata lain, perubahan iklim adalah hasil

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiar, A.B. *et al.* (2019) 'Kebakaran Hutan dan Lahan Perspektif Etika Lingkungan', *Profetika*, 20(2), pp. 124-132.
- Alves, B. (2023) *Economic loss of global climate disasters | Statista*, *Statistica.com*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1269735/global-climate-disaster-by-economic-loss/> (Accessed: 12 March 2024).
- Amri, M.R. *et al.* (2016) *Disasters Risk of Indonesia*. Edited by R. Jati and M.R. Amri. Jakarta: BNPB.
- BNPB (2024) *Geoportal Data Bencana Indonesia*, *bnpb.go.id*. Available at: <https://gis.bnpb.go.id/> (Accessed: 11 March 2024).
- Botzen, W.J.W. and Van Den Bergh, J.C.J.M. (2009) 'Managing natural disaster risks in a changing climate', *Climate Change as Environmental and Economic Hazard*, 8, pp. 209-225. Available at: <https://doi.org/10.3763/ehaz.2009.0023>.
- Disaster | UNDRR* (2009). Available at: <https://www.undrr.org/terminology/disaster> (Accessed: 7 March 2024).
- End Homeless Winnipeg (2021) '2021 EXTREME WEATHER RESPONSE: A homeless-centred plan for keeping Winnipeggers safer'. Winnipeg: EndHomelessWinnipeg.ca, pp. 0-23.
- Hileman, B. (2000) 'Consequences of Climate change', *Chemical and Engineering News*, March. Available at: <https://doi.org/10.1007/s000360050044>.
- Hill, E. and Vivian, B. (2023) *Gelombang panas Eropa: mengapa terjadi dan apakah perubahan iklim penyebabnya?*, *The Conversation id*. Available at: <https://theconversation.com/gelombang-panas-eropa-mengapa-terjadi-dan-apakah-perubahan-iklim-penyebabnya-210195> (Accessed: 12 March 2024).

- Huddleston, N. (2012) *Climate change : Evidence, Impacts and Choices*. National Research Council.
- International Strategy for Disaster Reduction (2008) *Climate Change and Disaster Risk Reduction, International Strategy for Disaster Reduction*. Geneva. Available at: <http://195.70.10.65/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1->
- Kesuma, A.P. *et al.* (2022) 'Climate and Mosquito-borne diseases in Banjarnegara: Prospect for an early warning system', *Southeast Asian Journal Tropical Medicine and Public Health*, 53(Supplement 2).
- Khan, H., Vasilescu, L.G. and Khan, A. (2008) 'Disaster Management Cycle – a Theoretical Approach', *Management and Marketing-Craiova*, 6(1 November), pp. 43–50.
- Kundzewicz, Z.W. *et al.* (2014) 'Flood risk and climate change: global and regional perspectives', *Hydrological Sciences Journal*, 59(1), pp. 1–28. Available at: <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.857411>.
- Morris, S. *et al.* (2022) 'Memperkuat Ketahanan Iklim Perkotaan dan Masyarakatnya di Asia Panduan pelatihan untuk kota'. Hongkong: CDP.
- Network Rail (2021) *Network Rail Asset Management Weather Resilience and Climate Change Adaptation Plan*.
- Nullis, C. (2022) *Economic losses from extreme weather rocket in Asia*, WMO media officer. Available at: <https://wmo.int/news/media-centre/economic-losses-from-extreme-weather-rocket-asia> (Accessed: 12 March 2024).
- Pemerintah Republik Indonesia (2007) *Undang-Undang No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana*. Indonesia.

- Purwanto, Y. *et al.* (2012) 'Strategi mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim: studi kasus komunitas Napu di Cagar Biosfer Lore Lindu', *Jurnal Masyarakat & Budaya*, 14(3), pp. 541-570.
- Semenza, J.C. and Suk, J.E. (2018) 'Vector-borne diseases and climate change: A European perspective', *FEMS Microbiology Letters*, 365(2), pp. 1-9. Available at: <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx244>.
- Smith, K. and Petley, D.N. (2009) *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster*. Fifth Edit, *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*. Fifth Edit. New York: Routledge. Available at: <https://doi.org/10.4324/9780203884805>.
- Tabari, H. (2020) 'Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability', *Scientific Reports*, 10(1), pp. 1-10. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>.
- Tsegal, D. *et al.* (2022) *Drought in Numbers 2022 - Restoration for readiness and resilience*, *United Nation Convention to Combat Desertification*. Cote d'Ivoire. Available at: <https://reliefweb.int/report/world/drought-numbers-2022-restoration-readiness-and-resilience>.
- UNDP (2020) *Strengthening Resilience to Natural Disasters*.
- USAID (2011) *Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim Dan Pengurangan Risiko Bencana*. Available at: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00M52S.pdf.
- Walsh, K.J.E. *et al.* (2016) 'Tropical cyclones and climate change', *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(1), pp. 65-89. Available at: <https://doi.org/10.1002/wcc.371>.
- World Meteorological Organization (WMO) (2021) *WMO atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization(WMO).

World Meteorological Organization (WMO) (2023) *The Global Climate 2011-2020*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization(WMO).

World Nuclear News (2022) *Heatwave forces temporary change to water-discharge rules in France: Regulation & Safety* - World Nuclear News, <https://www.world-nuclear-news.org/>. Available at: <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Heatwave-forces-temporary-change-to-water-discharg> (Accessed: 12 March 2024).

BAB 11

TEKNOLOGI PEMANTAUAN LINGKUNGAN

Fandy Gatra, SKM., M.Kes

A. Latar Belakang

Teknologi pemantauan lingkungan memiliki latar belakang yang sangat penting dalam konteks tantangan lingkungan global yang semakin mendesak. Pertama-tama, perubahan iklim dan kerusakan lingkungan telah menjadi krisis global yang membutuhkan perhatian serius. Dampak dari aktivitas manusia, seperti emisi gas rumah kaca, deforestasi, dan polusi udara, telah mengancam keberlangsungan ekosistem bumi. Ini mendorong pengembangan teknologi yang mampu memantau kondisi lingkungan dengan lebih efektif.

Kemajuan teknologi menjadi faktor utama dalam percepatan pengembangan teknologi pemantauan lingkungan. Perkembangan dalam sensor, komputasi, dan komunikasi telah memungkinkan penciptaan solusi yang lebih canggih dan terjangkau. Sensor-sensor yang semakin kecil, lebih sensitif, dan terhubung secara nirkabel memungkinkan pengumpulan data yang lebih akurat dan real-time dari berbagai lingkungan (Savitri, 2019)

Regulasi lingkungan yang semakin ketat juga memainkan peran penting dalam mendorong adopsi teknologi pemantauan lingkungan. Pemerintah dan badan pengatur mulai menetapkan standar yang lebih tinggi terkait dengan pemantauan dan pengelolaan lingkungan. Teknologi pemantauan lingkungan membantu perusahaan dan pemerintah mematuhi regulasi ini

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., Ariantini, M. S., Sudipa, I. G. I., Chaniago, R., Dwipayana, A. D., Adhichandra, I., ... & Alfiah, T. (2023). *GREEN TECHNOLOGY: Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan Berbagai Bidang*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Fauzi, A. A., Kom, S., Kom, M., Budi Harto, S. E., Mm, P. I. A., Mulyanto, M. E., ... & Rindi Wulandari, S. (2023). *Pemanfaatan Teknologi Informasi di Berbagai Sektor Pada Masa Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Hasanuddin, M., & Herdianto, H. (2023). Sistem Monitoring dan Deteksi Dini Pencemaran Udara Berbasis Internet Of Things (IOT). *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 976-984.
- Hehanussa, F. S., Sumunar, D. R. S., & Rakuasa, H. (2023). Pemanfaatan Google Earth Engine Untuk Identifikasi Perubahan Suhu Permukaan Daratan Kabupaten Buru Selatan Berbasis Cloud Computing. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(1), 37-45.
- Muzakir, U., Baharuddin, B., Manuhutu, A., & Widoyo, H. (2023). Penerapan Kecerdasan Buatan Dalam Sistem Informasi: Tinjauan Literatur Tentang Aplikasi, Etika, dan Dampak Sosial. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 6(4), 1163-1169.
- NAINGGOLAN, Hotnida, et al. *Green Technology Innovation: Transformasi Teknologi Ramah Lingkungan berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- Pradika, M. I., Giyarsih, S. R., & Hartono, H. (2018). Peran pemuda dalam pengurangan risiko bencana dan implikasinya terhadap ketahanan wilayah Desa Kepuharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 24(2), 261-285.

- Savitri, A. (2019). *Revolusi industri 4.0: mengubah tantangan menjadi peluang di era disrupsi 4.0*. Penerbit Genesis.
- Subarna, D., Nugroho, F., & ST, S. (2023). Sistem informasi geografis for business.
- Swasono, M. A. H., & Muthmainah, H. N. (2023). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Optimalisasi Produksi Tanaman Pangan: Studi Bibliometrik Skala Nasional. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(08), 668-683.
- Udoyono, K., & Daniati, D. N. (2023). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dini Potensi Kebakaran Secara Otomatis Pada Ruang Terintegrasi Dengan *Internet Of Things*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 16(2), 105-116.
- Widiastuti, B. K. (2011). *Pengukuran dan Pelaporan Biaya Lingkungan (Studi Kasus Rumah Sakit Jogja)* (Doctoral dissertation, UAJY).

BAB 12

DAMPAK PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM BAGI KESEHATAN

Andy Sirada, S.S.T., M.Fis.

A. Pendahuluan

Panas ekstrem menjadi gejala mencolok dari perubahan iklim global yang semakin nyata. Suhu yang melampaui batas normal membawa konsekuensi serius terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Faktanya, perubahan iklim telah memicu kejadian panas ekstrem lebih sering dan intens, mempercepat dampak yang merugikan bagi bumi dan penghuninya. Peningkatan suhu secara drastis ini tidak hanya menyebabkan ketidaknyamanan fisik tetapi juga mengeksaserbasi permasalahan kesehatan masyarakat. Mekanisme biologis yang terlibat dalam paparan panas, seperti peningkatan suhu tubuh, dehidrasi, dan tekanan darah tinggi, mengartikan risiko yang harus diatasi secara mendalam (Vicedo-Cabrera *et al.*, 2021).

Kelompok rentan terkena imbas yang tidak setara terkait pengaruh kesehatan seperti anak-anak dan warga lanjut usia (lansia). Anak-anak menjadi kelompok rentan yang memerlukan perhatian khusus. Proses regulasi suhu tubuh yang belum sepenuhnya berkembang membuat mereka lebih mudah terkena dampak panas ekstrem. Dengan demikian, perawatan kesehatan anak dan upaya perlindungan bagi generasi mendatang menjadi imperatif dalam menghadapi tantangan ini. Lansia, dengan kepekaan terhadap masalah kesehatan yang meningkat, juga menjadi korban potensial yang harus diberikan perhatian serius. Perubahan iklim dan panas ekstrem dapat memicu serangkaian

DAFTAR PUSTAKA

- Aruta, J.J.B.R. (2023) 'Preserving elderly mental health amid climate change', *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 38(5), p. e5938. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/gps.5938>.
- Casadevall, A. and Casadevall, A. (2020) 'Climate change brings the specter of new infectious diseases Climate change brings the specter of new infectious diseases', 130(2), pp. 553–555.
- CDC (2020) 'Preparing for The Regional Health Impacts of Climate Change in The United States', (July 2020), p. 8. Available at: <https://www.cdc.gov/climateandhealth/>.
- Cheng, J. *et al.* (2019) 'Cardiorespiratory effects of heatwaves: A systematic review and meta-analysis of global epidemiological evidence', *Environmental Research*, 177, p. 108610. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108610>.
- Clark, H. *et al.* (2020) 'A future for the world's children? A WHO–UNICEF–Lancet Commission', *The Lancet*, 395(10224), pp. 605–658. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32540-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32540-1).
- Cramer, M.N. *et al.* (2022) 'Human Temperature Regulation Under Heat Stress in Health, Disease, and Injury', *Physiological Reviews*, 102(4), pp. 1907–1989. Available at: <https://doi.org/10.1152/PHYSREV.00047.2021>.
- D'Amato, G. *et al.* (2020) 'The effects of climate change on respiratory allergy and asthma induced by pollen and mold allergens', *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 75(9), pp. 2219–2228. Available at: <https://doi.org/10.1111/all.14476>.

- Dosio, A. *et al.* (2018) 'Extreme heat waves under 1.5 °c and 2 °c global warming', *Environmental Research Letters*, 13(5). Available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab827>.
- Helldén, D. *et al.* (2021) 'Scoping Review Climate change and child health: a scoping review and an expanded conceptual framework', pp. 164–175. Available at: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30274-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30274-6).
- Meade, R.D. *et al.* (2020) 'Physiological factors characterizing heat-vulnerable older adults: A narrative review', *Environment International*, 144(June), p. 105909. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105909>.
- Ogden, N.H. and Gachon, P. (2019) 'Climate change and infectious diseases : What can we expect ?', 45(5), pp. 76–80.
- Radchenko, V. *et al.* (no date) 'Population ageing determines changes in heat vulnerability to future warming OPEN ACCESS Population ageing determines changes in heat vulnerability to future warming'.
- Sly, P.D. and Vilcins, D. (2021) 'Climate impacts on air quality and child health and wellbeing: Implications for Oceania', *Journal of Paediatrics and Child Health*, 57(11), pp. 1805–1810. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jpc.15650>.
- Smith, C.J. (2019) 'Pediatric Thermoregulation : Considerations in the Face of Global Climate Change', pp. 15–18.
- Tol, R.S.J. (2024) 'A meta-analysis of the total economic impact of climate change', *Energy Policy*, 185, pp. 1–30. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113922>.
- Varghese, B.M. *et al.* (2018) 'Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review', *Safety Science*, 110, pp. 380–392. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.027>.
- Vicedo-Cabrera, A.M. *et al.* (2021) 'The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate

change', *Nature Climate Change*, 11(6), pp. 492–500. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>.

TENTANG PENULIS



Ririn Pakaya, SKM, M.P.H lahir di Limboto, 27 Mei 1989, Pendidikan dasar, SMP dan SMA diselesaikan di Kecamatan Limboto Kabupaten Gorontalo. Penulis melanjutkan Pendidikan S-1 pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Gorontalo tahun 2007 dan memperoleh gelar sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM) Tahun 2011. Penulis melanjutkan studi pada jenjang strata 2 magister pada Program studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Gadjah Mada Tahun 2014 dan memperoleh gelar Master of Public Health (M.P.H) tahun 2016. Saat ini penulis sedang melanjutkan studi Doktor (S3) pada program studi Ilmu Kedokteran dan Kesehatan pada Fakultas Kedokteran Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan Universitas Gadjah Mada. Penulis merupakan dosen tetap pada Perguruan Tinggi Universitas Gorontalo sejak Tahun 2011 hingga saat ini. Kegiatan akademisi (pengajaran, penelitian dan pengabdian) penulis terutama berkaitan erat dengan Kesehatan lingkungan, analisis kualitas lingkungan, Sanitasi tempat-tempat umum, Demam berdarah dengue, Penyakit akibat lingkungan, Personal Hygiene dan Perubahan Iklim. Saat ini Penulis juga aktif sebagai anggota The Climate Reality Project Indonesia dan Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia. Email Penulis: ririn.pakaya@mail.ugm.ac.id



dr. Yusias Hikmat Diani, M.Kes lahir di Denpasar, pada 23 Mei 1973. Tercatat sebagai lulusan Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia, kemudian melanjutkan pendidikan ke Program Studi Kesehatan Masyarakat di Universitas Respati (URINDO). Anak dari pasangan I Wayan Daniel Dadaprakasa (Alm) dan Ni Made Suryani (Alm). Saat ini bekerja

sebagai dosen di Bagian Kedokteran Komunitas Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia.



Hamsia L. Waru, SKM., M.Kes lahir di Ujung Pandang, pada 28 Maret 1991. Tercatat sebagai lulusan Universitas Muslim Indonesia dalam bidang ilmu kesehatan masyarakat dan saat ini menjadi Dosen di Institut Kesehatan dan Teknologi Buton Raya untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepakarannya

tersebut.



Prof. Dr. Yusuf Sabilu, M.Si. lahir di Raha Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara pada tanggal 24 September 1968. Menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Pendidikan Biologi Universitas Halu Oleo pada tahun 1991. Menyelesaikan Pendidikan Magister Program Studi Biologi Institut Pertanian Bogor pada tahun 1999. Menyelesaikan Program Doktor

Program Studi Ilmu-Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2015. Pada tahun 2019 diangkat menjadi Guru Besar pada Bidang Ilmu Biologi Terapan. Penulis mulai bekerja sebagai dosen di Universitas Halu Oleo sejak tahun 1992 sampai sekarang. Pada tahun 1992-1998 ditugaskan pada Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Tahun 1999-2011 ditugaskan pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Tahun 2011-sekarang ditugaskan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat. Sebagai dosen, saat ini memberi kuliah pada Program Studi S1 Biologi FMIPA, Program Studi S1-Kesehatan Masyarakat, Program Studi S2 Kesehatan Masyarakat, Membimbing mahasiswa menyelesaikan skripsi (S1), tesis (S2), dan Disertasi (S3).



Siti Rabbani Karimuna, S.KM., 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 PNS 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.



Resna Maulia., S.Si.,M.KL lahir di Banjarmasin, pada 19 Januari 1987, lulus S1-MIPA Kimia ULM pada Tahun 2008 dan S2- Prodi Kesehatan Lingkungan FKM Universitas Airlangga pada tahun 2016. Bekerja sebagai dosen di Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Palangka Raya dengan bidang Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Gizi Institusi.



Indra Purnama Iqbah, S.Pd.,MSc, lahir di Kendari, pada 31 Oktober 1991. Lulus S1 Program Studi Kimia Di Universitas Halu Oleo, Kendari pada tahun 2013. Lulus S2 pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Ilmu Kimia, Minat Kimia Lingkungan di Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta pada tahun 2014. Sejak Oktober 2019, bekerja sebagai dosen di Universitas Mandala Waluya di Kota Kendari. Telah juga berkecimpung sebagai konsultan lingkungan sejak tahun 2018. Training yang pernah diikuti adalah sebagai petugas pengambilan contoh uji air (PCUA) oleh BNPB dan Teknik Pengambilan Sampel oleh BBTPKLPP Yogyakarta.



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. Menyelesaikan 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 studi 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, di samping mengajar di Program S2 Agronomi, S2 Perencanaan dan Pengembangan Wilayah, dan S3 Ilmu Pertanian Pascasarjana Universitas Halu Oleo.



apt. Fransiska Sitompul, S.Farm., M.Farm. lahir di Jakarta, pada 9 Juni 1983. Tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia (Magister Farmasi) dan Universitas Pancasila (Sarjana dan Profesi Apoteker). Wanita yang kerap disapa Siska adalah anak dari pasangan Paria Sitompul (ayah) dan Emmy Sondang Hutagalung (ibu). Siska saat ini sebagai dosen aktif bagian Farmakologi & Terapi, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia, sekretaris & editor majalah kedokteran FK UKI, Agent of Change dalam kegiatan Gema Cermat Kemenkes perwakilan Apoteker Jakarta Utara, aktif di Ikatan Apoteker Indonesia sejak tahun 2008-sekarang, aktif dalam kegiatan Pengabdian Masyarakat diantaranya sebagai Apoteker di Sentra Vaksinasi Serviam sehingga mendapatkan piagam penghargaan dari Menteri Kesehatan Bapak Ir. Budi Gunadi, CHFC, CLU dan Gubernur DKI Jakarta Bapak H. Anies Rasyid Baswedan. Penulis aktif dalam menulis diantaranya *Histopathological Picture of The Pancreas of Mice (Mus Musculus) Diabetes Induced by Streptozotocin-Sukrosa by Giving Pepaya Seed Extract (Carica Papaya L.)*; *Effectiveness of Methanol Extract of Moringa oleifera Lam. Leaf as Antibacterial Drug to Bacterial Triggers of Urinary Tract Infections In vitro* dan lain sebagainya yang terdapat di google scholar.



Agung Puja Kesuma, MPH lahir di Merangin, pada 25 April 1983. Pendidikan sarjana didapat dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, kemudian melanjutkan pendidikan Pascasarjana pada Program Pasca Sarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Gadjah Mada. Saat ini Agung bekerja sebagai Peneliti di Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Organisasi Riset Kesehatan, BRIN. Bidang utama yang digeluti oleh Agung adalah

bidang penyakit tular vektor dan zoonosis termasuk pengendalian vektor, selain itu, Agung juga tertarik dengan bidang kebijakan dan manajemen kesehatan serta bidang manajemen bencana. Penulis memiliki publikasi nasional dan internasional, baik dalam bentuk buku, prosiding dan jurnal.



Fandy Gatra, SKM., M.Kes, lahir di Unaaha, pada 28 Juli 1992. Ia tercatat sebagai lulusan Stikes Mandala Waluya Kendari. Pria yang kerap disapa Fandy ini adalah anak dari pasangan La Ode Izu (ayah) dan Sitti Rohana (ibu). Fandy bukanlah orang baru di dunia Pendidikan Tinggi Tanah Air. Ia kerap Aktif sebagai Sekretaris Lembaga Hubungan Internasional Mandala Waluya dan Sebagai Tenaga Pendidik Dosen di Prodi D-III Sanitasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Mandala Waluya Kota Kendari.



Andy Sirada, S.S.T., M.Fis. lahir di Bantul, pada 14 Juli 1988. Ia meraih gelar Diploma Empat dalam bidang Fisioterapi dari Poltekkes Kemenkes Surakarta, serta melanjutkan pendidikannya dengan meraih gelar Magister di Universitas Udayana pada Jurusan Fisiologi Keolahragaan. Saat ini, Andy aktif sebagai pengajar di Jurusan Fisioterapi di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Promosi Kesehatan menjadi salah satu mata kuliah yang diajar. Selain karir akademisnya, Andy juga dikenal aktif dalam kegiatan peduli lingkungan, dibuktikan dengan sertifikasi sebagai Waste Expert oleh Veritas Edukasi Lingkungan.