



FUTURE SCIENCE



KIMIA DAN EKOSISTEM

(Memahami Interaksi Manusia dengan Alam)

Editor :

Arshy Prodyanatasari, M.Pd., C.Ed.

Penulis :

Faizatul Fitria | Nuryanto | Triana Srisantyorini | Maisarah
Sri Endang Purnami | Fanny Novia | Ukik Agustina
Aditya Marianti | Gusti Eva Tavita | Listiyana Candra Dewi
Anugrah Windy Mustikarini | Tri Widayati Putri | Sapril Kartini
Dola Suciana | Lintang Alivia Anggerta | Zimon Pereiz

Bunga Rampai

KIMIA DAN EKOSISTEM:
(Memahami Interaksi Manusia dengan Alam)

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KIMIA DAN EKOSISTEM:

(Memahami Interaksi Manusia dengan Alam)

Penulis:

Faizatul Fitria
Nuryanto
Triana Srisantyorini
Maisarah
Sri Endang Purnami
Fanny Novia
Ukik Agustina
Aditya Marianti
Gusti Eva Tavita
Listiyana Candra Dewi
Anugrah Windy Mustikarini
Tri Widayati Putri
Sapril Kartini
Dola Suciana
Lintang Alivia Anggerta
Zimon Pereiz

Editor:

Arshy Prodyanatasari, M.Pd., C.Ed.



KIMIA DAN EKOSISTEM:

(Memahami Interaksi Manusia dengan Alam)

Penulis:

**Faizatul Fitria
Nuryanto
Triana Srisantyorini
Maisarah
Sri Endang Purnami
Fanny Novia
Ukik Agustina
Aditya Marianti
Gusti Eva Tavita
Listiyana Candra Dewi
Anugrah Windy Mustikarini
Tri Widayati Putri
Sapril Kartini
Dola Suciana
Lintang Alivia Anggerta
Zimon Pereiz**

Editor: Arshy Prodyanatasari, M.Pd., C.Ed.

Desain Cover: Nada Kurnia, S.I.Kom.

Tata Letak: Samuel, S.Kom.

Halaman: A5 Unesco (15,5 x 23 cm)

Ukuran: xiv, 317

e-ISBN: 978-634-7037-85-5

Terbit Pada: Februari 2025

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2025 by Future Science Publisher

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT FUTURE SCIENCE
(CV. FUTURE SCIENCE)**

Anggota IKAPI (348/JTI/2022)

Jl. Terusan Surabaya Gang 1 A No. 71 RT 002 RW 005, Kel. Sumbersari, Kcc. Lowokwaru, Kota
Malang, Provinsi Jawa Timur.
www.futuresciencepress.com

KATA PENGANTAR

Buku **Kimia dan Ekosistem: Memahami Interaksi Manusia dengan Alam** ini hadir sebagai upaya untuk mengungkap pentingnya hubungan antara ilmu kimia dan ekosistem dalam konteks keberlanjutan lingkungan. Dalam dunia yang terus berkembang ini, pemahaman tentang bagaimana aktivitas manusia memengaruhi alam dan sebaliknya menjadi sangat penting. Ilmu kimia, dengan segala kompleksitasnya, memainkan peran sentral dalam mempelajari komponen dan proses yang terjadi di alam, serta dampaknya terhadap kehidupan.

Ekosistem, yang melibatkan interaksi antara berbagai makhluk hidup dan lingkungan, menciptakan keseimbangan alam yang esensial bagi kelangsungan hidup. Namun, dengan meningkatnya aktivitas manusia, seperti industrialisasi, urbanisasi, dan penggunaan bahan kimia berbahaya, keseimbangan ini sering kali terganggu. Dampaknya, perubahan iklim, pencemaran, dan kehilangan keanekaragaman hayati menjadi tantangan global yang tidak dapat diabaikan.

Melalui buku ini, kami ingin mengajak pembaca untuk memahami bagaimana ilmu kimia dapat membantu kita mempelajari, menganalisis, dan mengatasi masalah yang timbul akibat interaksi manusia dengan lingkungan. Kami juga ingin menunjukkan bagaimana penelitian dan inovasi di bidang kimia dapat berkontribusi pada solusi berkelanjutan yang

melindungi ekosistem dan mendukung pembangunan yang ramah lingkungan.

Semoga buku ini menjadi referensi yang bermanfaat bagi para pelajar, peneliti, praktisi, dan siapa saja yang tertarik dalam mempelajari hubungan antara kimia dan ekosistem. Dengan pengetahuan yang mendalam tentang interaksi ini, diharapkan kita dapat mengembangkan kebijakan dan tindakan yang lebih bijaksana untuk menjaga keseimbangan alam dan menciptakan dunia yang lebih baik bagi generasi mendatang.

Malang, Desember 2024

Editor,

Arshy Prodyanatasari

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENGANTAR KIMIA DAN EKOSISTEM	1
Faizatul Fitria.....	1
A. PENDAHULUAN	1
B. KONSEP DASAR KIMIA	2
C. UNSUR-UNSUR ESENSIAL DALAM EKOSISTEM	6
D. KIMIA DALAM PROSES BIOLOGIS.....	11
E. KIMIA DALAM LINGKUNGAN	16
F. APLIKASI KIMIA DALAM EKOLOGI.....	17
G. KESIMPULAN.....	19
BAB 2 DASAR-DASAR KIMIA DALAM EKOSISTEM	25
Nuryanto	25
A. PENDAHULUAN	25
B. PROSES KIMIA DALAM EKOSISTEM.....	27
C. PERUBAHAN KIMIA DALAM EKOSISTEM	39
D. KESIMPULAN.....	41
BAB 3 PENCEMARAN LINGKUNGAN: SUMBER DAN DAMPAK	45
Triana Srisantyorini	45
A. PENDAHULUAN	45
B. PENGERTIAN DAN JENIS PENCEMARAN LINGKUNGAN.....	46
C. DIAGRAM ALUR PENCEMARAN LINGKUNGAN	49

D.	SUMBER PENCEMARAN LINGKUNGAN	50
E.	DAMPAK PENCEMARAN LINGKUNGAN	51
F.	PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN	54
G.	KESIMPULAN	57
BAB 4	PERAN KIMIA DALAM SIKLUS BIOGEOKIMIA	61
	Maisarah.....	61
A.	PENDAHULUAN	61
B.	SIKLUS BIOGEOKIMIA.....	63
C.	PRINSIP UMUM SIKLUS BIOGEOKIMIA	64
D.	PROSES REKAYASA MENUJU REKONSTRUKSI EKOSISTEM	72
E.	KESIMPULAN	76
BAB 5	DAMPAK PERTANIAN TERHADAP EKOSISTEM	79
	Sri Endang Purnami	79
A.	PENDAHULUAN	79
B.	BAHAN KIMIA PERTANIAN DAN TANAH	81
C.	BAHAN KIMIA PERTANIAN DAN EKOSISTEM AIR	85
D.	BAHAN KIMIA PERTANIAN DAN ATMOSFER.....	89
E.	PERTANIAN BERKELANJUTAN	92
F.	KESIMPULAN	94
BAB 6	KIMIA AIR DAN KUALITAS EKOSISTEM PERAIRAN.....	97
	Fanny Novia.....	97
A.	PENDAHULUAN	97
B.	DERAJAT KEASAMAN (pH), ASIDITAS DAN ALKALINITAS	98

C.	OKSIGEN TERLARUT (DO) DAN SENYAWA ORGANIK (BOD DAN COD)	101
D.	NITROGEN DAN FOSFOR	103
E.	KESIMPULAN.....	106
BAB 7	ATMOSFER DAN KUALITAS UDARA	109
	Ukik Agustina	109
A.	PENDAHULUAN	109
B.	ATMOSFER DAN KOMPONENNYA	111
C.	POLUTAN UDARA.....	114
D.	KUALITAS UDARA	117
E.	INTERVENSI UNTUK MENINGKATAN KUALITAS UDARA	121
F.	KESIMPULAN.....	122
BAB 8	INTERAKSI MANUSIA DENGAN EKOSISTEM.....	127
	Aditya Marianti.....	127
A.	PENDAHULUAN	127
B.	SEJARAH PERKEMBANGAN INTERAKSI MANUSIA DENGAN EKOSISTEM	129
C.	SALING KETERGANTUNGAN ANTARA MANUSIA DAN EKOSISTEM	131
D.	INTERAKSI MANUSIA DENGAN EKOSISTEM DIPANDANG DARI PERSPEKTIF ETIKA LINGKUNGAN.....	132
E.	DAMPAK AKTIVITAS MANUSIA TERHADAP EKOSISTEM.....	136
F.	INTERAKSI BERKELANJUTAN ANTARA MANUSIA DAN EKOSISTEM	142
G.	KESIMPULAN.....	145

BAB 9	KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI.....	153
	Gusti Eva Tavita.....	153
A.	PENDAHULUAN	153
B.	KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI.....	155
C.	BAGAIMANA KARAKTERISTIK KIMIA DAN EKOSISTEM MENYEBABKAN KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI	157
D.	DAMPAK KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI...	159
E.	STUDI KASUS KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI DI INDONESIA DAN PENANGANANNYA.....	162
F.	ADAPTASI DAN MITIGASI KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI	167
G.	KESIMPULAN.....	171
BAB 10	BIOREMEDIASI: SOLUSI KIMIA UNTUK PENCEMARAN	177
	Listiyana Candra Dewi.....	177
A.	PENDAHULUAN	177
B.	DEFINISI DAN KONSEP DASAR BIOREMEDIASI....	177
C.	JENIS BIOREMEDIASI DAN APLIKASINYA	179
D.	ILMU KIMIA DALAM PROSES BIOREMEDASI	188
E.	TANTANGAN, KEBERLANJUTAN, DAN INOVASI..	190
F.	KESIMPULAN	191
BAB 11	TEKNOLOGI HIJAU DALAM KIMIA DAN EKOSISTEM	195
	Anugrah Windy Mustikarini	195
A.	PENDAHULUAN	195
B.	PENERAPAN TEKNOLOGI HIJAU DALAM KIMIA..	197

C.	PENERAPAN TEKNOLOGI HIJAU DALAM PENGELOLAAN EKOSISTEM.....	206
D.	MANFAAT PENERAPAN TEKNOLOGI HIJAU.....	209
E.	KESIMPULAN.....	211
BAB 12	TEKNOLOGI HIJAU DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN.....	217
	Tri Widayati Putri	217
A.	PENDAHULUAN	217
B.	PRINSIP-PRINSIP DASAR TEKNOLOGI HIJAU	221
C.	TEKNOLOGI HIJAU DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN.....	226
D.	MANFAAT PENERAPAN TEKNOLOGI HIJAU.....	232
E.	KESIMPULAN.....	233
BAB 13	KIMIA DALAM PENGELOLAAN LIMBAH	237
	Sapril Kartini.....	237
A.	PENDAHULUAN	237
B.	KARAKTERISASI LIMBAH	238
C.	PENGOLAHAN LIMBAH	241
D.	PENGOLAHAN BIOLOGIS.....	246
E.	STABILISASI DAN SOLIDIFIKASI	253
F.	KESIMPULAN.....	254
BAB 14	PERAN PENDIDIKAN DAN KESADARAN LINGKUNGAN.....	259
	Dola Suciana	259
A.	PENDAHULUAN	259
B.	PENDIDIKAN SEBAGAI PILAR PENYELAMAT LINGKUNGAN.....	260

C.	KOMPONEN UTAMA PENDIDIKAN LINGKUNGAN	263
D.	PERAN PENDIDIKAN FORMAL DALAM KESADARAN LINGKUNGAN	266
E.	PERAN PENDIDIKAN NON FORMAL DAN INFORMAL DALAM MEMBANGUN KESADARAN LINGKUNGAN	270
F.	TANTANGAN DALAM MENINGKATKAN KESADARAN LINGKUNGAN MELALUI PENDIDIKAN	273
G.	KESIMPULAN	275
BAB 15	PENELITIAN TERKINI DALAM KIMIA DAN EKOSISTEM	279
	Lintang Alivia Anggerta	279
A.	PENDAHULUAN	279
B.	PENELITIAN TERKINI DI BIDANG KIMIA DAN EKOSISTEM	281
C.	KESIMPULAN	293
BAB 16	MASA DEPAN KIMIA DAN EKOSISTEM	301
	Zimon Pereiz	301
A.	PENDAHULUAN	301
B.	KIMIA HIJAU SEBAGAI SOLUSI BERKELANJUTAN	302
C.	KIMIA DAN ENERGI TERBARUKAN	303
D.	RESTORASI DAN PELESTARIAN EKOSISTEM	306
E.	PENGELOLAAN LIMBAH	308
F.	KONTRIBUSI NANOTEKNOLOGI DALAM KEBERLANJUTAN	310

G. KOLABORASI ILMU DAN TEKNOLOGI.....	311
H. PENDIDIKAN DAN KESADARAN PUBLIK	312
I. KESIMPULAN.....	313

BAB 1

PENGANTAR KIMIA DAN EKOSISTEM

Faizatul Fitria
Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata, Kediri
E-mail: faizatul.fitria@iik.ac.id

A. PENDAHULUAN

Kimia adalah ilmu yang membahas tentang perubahan-perubahan yang dapat amati yang diakibatkan oleh interaksi partikel-partikel pada skala atom yang tidak kasat mata. Untuk mengkaji fenomena kimia, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang proporsi yang sangat berbeda antara dunia makroskopis dan mikroskopis. Kimia merupakan bidang ilmu yang sangat penting dan sangat mempengaruhi kehidupan alam semesta. Semua kehidupan pasti melibatkan unsur kimia dari makanan, berbagai macam industri, kosmetik, bahkan dunia farmasi juga sangat membutuhkan ilmu ini.

Topik utama pada yang dibahas dalam ilmu kimia adalah mempelajari tentang materi, sifat-sifatnya, susunannya, perubahan yang dialaminya, serta energi yang menyertainya. Ilmu kimia mencakup berbagai aspek mulai dari struktur atom dan molekul hingga reaksi kimia yang kompleks (Fatmawati *et al.*, 2024). Kimia memiliki peranan yang sangat penting dalam ekosistem, karena semua ekosistem tersusun oleh unsur-unsur kimia. Kimia dalam ekosistem merupakan studi tentang bagaimana zat-zat kimia berinteraksi dengan komponen biotik (makhluk hidup) dan abiotik (non-hidup) dalam suatu ekosistem. Interaksi ini mencakup beberapa proses seperti siklus biogeokimia, pencemaran kimia, peran kimia dalam pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dan perubahan kimia akibat aktivitas manusia.

Siklus biogeokimia adalah siklus dimana unsur-unsur kimia bergerak melalui biosfer, litosfer, atmosfer dan hidrosfer seperti siklus karbon, nitrogen dan fosfor. Pencemaran kimia meliputi dampak bahan kimia buatan manusia seperti pestisida dan logam berat yang terdapat dalam ekosistem. Pencemaran dapat mengganggu keseimbangan ekosistem serta dapat menyebabkan bioakumulasi dan biomagnifikasi. Namun unsur kimia juga memiliki peranan penting dalam ekosistem yang meliputi nutrisi esensial yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan hewan untuk bertahan hidup. Unsur kimia tersebut seperti nitrogen dan fosfor sebagai nutrisi penting untuk tanaman. Perubahan kimia juga mempengaruhi aktivitas manusia seperti deforestasi, urbanisasi, dan pertanian intensif terhadap komposisi kimia dalam ekosistem (Schlesinger & Bernhardt, 2013).

Memahami interaksi antara kimia dan ekosistem menjadi hal yang cukup penting karena dapat menjadi solusi yang cukup efektif dalam pemecahan masalah lingkungan seperti mengatasi perubahan iklim, pencemaran, dan degradasi lahan. Pemahaman tentang kimia dapat mendorong pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan memahami tentang bagaimana zat kimia mempengaruhi makhluk hidup, maka dapat dikembangkan strategi yang lebih baik untuk melestarikan keanekaragaman hayati. Ilmu kimia juga dapat membantu meningkatkan kualitas hidup dengan menyediakan makanan yang lebih sehat, air dan udara yang bersih.

B. KONSEP DASAR KIMIA

Kimia memiliki arti perubahan materi, sehingga dapat dikatakan ilmu ini mempelajari tentang rekayasa materi, dimana materi satu diubah menjadi materi lain. Ilmu ini berfokus pada pemahaman unsur dan atom, pembentukan senyawa, ikatan antar atom, kegunaan materi, dan reaksi kimia yang

dalam mengatasi berbagai tantangan lingkungan yang dihadapi saat ini.

G. KESIMPULAN

Sepanjang pembahasan dalam buku ini, kita telah menjelajahi peran sentral kimia dalam memahami dan mengelola ekosistem. Kimia telah memberikan kita alat dan pengetahuan yang sangat berharga untuk mengidentifikasi, mengukur, dan memahami berbagai proses alam yang terjadi di lingkungan. Mulai dari siklus biogeokimia, interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya, hingga dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem. Dengan memahami prinsip-prinsip kimia, kita dapat menganalisis kualitas air, udara, dan tanah, mengidentifikasi sumber pencemaran, dan mengembangkan strategi pengelolaan lingkungan yang efektif.

Namun, meskipun telah banyak kemajuan yang dicapai, masih banyak tantangan yang harus dihadapi di masa depan. Peningkatan populasi manusia dan industrialisasi yang pesat menyebabkan semakin kompleksnya masalah lingkungan. Munculnya polutan baru, perubahan iklim, dan degradasi ekosistem adalah beberapa contoh tantangan yang mendesak untuk segera diatasi. Di sisi lain, perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan membuka peluang besar untuk mengatasi tantangan tersebut. Pengembangan teknologi ramah lingkungan, bioteknologi, dan nanoteknologi menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi masalah pencemaran, memperbaiki kualitas lingkungan, dan menciptakan sumber energi alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

Awuchi, G. C., & Amagwulu, I. O. (2021). *Biochemistry and Nutrition of Carbohydrates. Global Journal of Research in Agriculture and Life Sciences*, 4–12.
<https://gjrppublication.com/journals/>

- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2011). *Chemistry: The Central Science*. Pearson.
- Chang, R. (2003). *General Chemistry: The Essential Concept* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Fatmawati, Siahaya, N., Fahmi, A., Utubira, Y., Telussa, I., Ruslan, Bijang, C. M., Hasan, T., Saputro, A. N. C., Munadi, R., Azis, T., Wuntu, A. D., & Melawaty, L. (2024). KIMIA DASAR. Widina Media Utama. www.freepik.com
- Fiore, J. M. (2024). *An Atomic Model*. [Http://Www.Dissidents.Com/Resources/DCElectricalCircuitAnalysis.Pdf](http://Www.Dissidents.Com/Resources/DCElectricalCircuitAnalysis.Pdf).
- Henggu, K. U., & Nurdiansyah, Y. (2021). *Quimica: Jurnal Kimia Sains dan Terapan Review dari Metabolisme Karbohidrat, Lipid, Protein, dan Asam Nukleat*. Qumica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan, 3(2), 9–17. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Hewlings, S., & Kalman, D. (2019). *Sulfur in Human Health*. *ECRONICON*, 14(9), 785–791. <https://www.researchgate.net/publication/335653705>
- Huang, H. Y., Chen, C. H., Cheng, F. J., Wang, B. W., Tu, C. Y., Chen, Y. J., He, Y. H., Yao, C. H., & Huang, W. C. (2024). *Incense-burning smoke ingredient Auramine enhances lincRNA-p21 expression for chemosensitization in p53-mutated non-small cell lung cancer*. *Journal of Hazardous Materials*, 477(135105), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135105>
- Indrayani, E., Nitimulyo, K. H., Hadisusanto, S., & Rustadi. (2015). Analisis Kandungan Nitrogen, Fosfor dan Karbon Organik di Danau Sentani-Papua. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 22(2), 217–225.
- Johnson, M. P. (2016). Photosynthesis. *Essays in Biochemistry*, 60(3), 255–273. <https://doi.org/10.1042/EBC20160016>
- Komari, N., & Susilo, T. B. (2021). ENZIMOLOGI: Macam,

- fungsi, dan aplikasi enzim. Banyubening Cipta Sejahtera.
- Li, J., Yin, D., & Qin, Y. (2023). *Carbon materials: Structures, properties, synthesis and applications*. In *Manufacturing Review* (Vol. 10, Issue 13, pp. 1–16). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/mfreview/2023011>
- Mamuaja, C. F. (2017). *Lipida*. Unsrat Press.
- Mubarak, W. I., & Chayatin, N. (2008). *Buku Ajar Kebutuhan Dasar Manusia Teori dan Aplikasi dalam Praktik*. EGC.
- Mutia, L., Sarifuddin, & Guchi, H. (2018). Pengaruh Pemberian Bahan Humat dan Pupuk SP-36 untuk Meningkatkan Ketersediaan Fosfor pada Tanah Ultisol. *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(2), 192–198.
- Ordoñez, O. G., Meza, T. C., Arias, S. S., Blandon, L., Díaz, L. F. E., Duque, A. P., Thiel, M., & Canals, M. (2024). *Potentially pathogenic bacteria in the platisphere from water, sediments, and commercial fish in a tropical coastal lagoon: An assessment and management proposal*. *Journal of Hazardous Materials*, 479(135638), 1–14.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., & Madura, J. D. (2010). *General Chemistry: Principles and Modern Applications*. Pearson.
- Pratama, D. S. (2023, Oktober 7). Contoh Perubahan Fisika Dan Perubahan Kimia. Homecare24.Id.
- Saito, T. (1996). *Inorganic Chemistry*. Iwanami.
- Schlesinger, W. H., & Bernhardt, E. S. (2013). *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. Academic Press.
- Sihotang, R. P., Manalu, E. C., & Simbolon, R. (2022). *Analysis of Separation of Hydrogen and Oxygen Gases from Water through Water Electrolysis Experiments*. *IJCST-UNIMED*, 5(1), 4–6.
- Silberberg, M. S. (2013). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. McGraw-Hill Education.

- Simangunsong, A. D. (2022). *Kimia Dasar I*. Eura Media Aksara.
- Susanti, R., & Fibriana, F. (2017). *Teknologi Enzim*. Andi Offset.
- Syed Ali, S. A., Ilankoon, I. M. S. K., Zhang, L., & Tan, J. (2024). *Understanding de-inking in packaging plastic recycling: Bridging the gap in resource conservation and establishing average hazard quotient*. In *Journal of Hazardous Materials* (Vol. 479). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135554>
- Syukri, D., Nasution, Mhd. Y., Henggu, K. U., Rohmah, M. K., Yusufiani, M., Lubis, A. F., Diana, A., Marpaung, Robert. G., & Puspaningrat, L. P. D. (2022). *Buku Ajar Biokimia*. Feniks Muda Sejahtera.
- Wu, L., Garg, S., & Waite, T. D. (2024). *Progress and challenges in the use of electrochemical oxidation and reduction processes for heavy metals removal and recovery from wastewaters*. In *Journal of Hazardous Materials* (Vol. 479, Issue 135581, pp. 1–21). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135581>
- Yusuf, Y. (2018). *Kimia Dasar: Panduan Untuk Belajar*. EduCenter Indonesia.
- Zhang, W., Tang, X., Chefetz, B., & Thiele-Bruhn, S. (2024). *Size and polarity fractions of mobile organic matter from manure affect the sorption of sulfadiazine, caffeine and atenolol in soil*. *Journal of Hazardous Materials*, 477(135277), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135277>

PROFIL PENULIS



Faizatul Fitria, M.Si.

Penulis lahir di Mojokerto, 29 April 1990. Penulis merupakan dosen kimia di bidang farmasi. Penulis telah berkarier sebagai dosen sejak tahun 2015. Penulis pernah mengajar di beberapa institusi, seperti STIKes Maharani Malang dan saat ini di Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri. Penulis memiliki latar belakang pendidikan S1 Kimia dari Universitas Brawijaya dan S2 dari Universitas Airlangga.

Penulis memiliki minat kuat dalam penelitian sensor, elektrokimia, dan bahan alam.

BAB 2

DASAR-DASAR KIMIA DALAM EKOSISTEM

Nuryanto
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung
E-mail: nuryanto28@upi.edu

A. PENDAHULUAN

Kelangsungan hidup suatu makhluk hidup bergantung pada makhluk hidup lainnya. sendiri. Mereka selalu berinteraksi dengan lingkungannya, baik dengan makhluk hidup lain maupun dengan lingkungannya. Hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya membentuk suatu sistem yang saling terkait dan memengaruhi yang disebut dengan ekosistem. Dengan kata lain, ekosistem merupakan sebuah sistem di mana semua makhluk hidup saling berhubungan dan bergantung pada lingkungannya.

Ekosistem juga dapat diartikan sebagai suatu jaringan kehidupan yang kompleks, di mana berbagai jenis makhluk hidup berinteraksi dengan kondisi fisik dan kimia lingkungannya secara dinamis. Lingkup lingkungan dalam ekosistem mencakup baik komponen hidup maupun komponen tak hidup. Komponen hidup disebut sebagai komponen biotik, sedangkan komponen tak hidup disebut sebagai komponen abiotik. Kedua komponen ini memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan dan kelangsungan hidup ekosistem.

Komponen biotik mengacu pada semua makhluk hidup yang ada di dalam ekosistem, mulai dari organisme bersel satu seperti bakteri hingga organisme multiseluler seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Tumbuhan sebagai produsen berperan dalam mengubah energi matahari menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis. Energi kimia ini kemudian yang akan

diteruskan melalui rantai makanan kepada konsumen tingkat I, II, dan seterusnya. Hewan sebagai konsumen memiliki peran sebagai pemakan tumbuhan atau hewan lain, sedangkan mikroorganisme berperan sebagai pengurai yang menguraikan sisa-sisa organisme mati menjadi zat-zat hara yang dapat dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan.

Di sisi lain, komponen abiotik adalah faktor fisik dan kimia yang tidak hidup namun memengaruhi kehidupan organisme. Beberapa contoh komponen abiotik antara lain air, udara, tanah, suhu, cahaya matahari, dan mineral. Air merupakan komponen abiotik yang sangat penting karena semua makhluk hidup membutuhkan air untuk bertahan hidup. Udara menyediakan oksigen yang dibutuhkan oleh sebagian besar organisme untuk bernapas. Tanah menyediakan tempat tumbuh bagi tumbuhan dan juga merupakan sumber mineral bagi tumbuhan dan hewan. Suhu memengaruhi laju metabolisme organisme, sedangkan cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi hampir semua ekosistem.

Interaksi antara komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem sangat kompleks dan saling memengaruhi. Tumbuhan membutuhkan air, cahaya matahari, dan mineral dari tanah untuk tumbuh. Hewan membutuhkan tumbuhan sebagai makanan dan juga membutuhkan air untuk minum. Mikroorganisme menguraikan sisa-sisa organisme mati menjadi zat-zat hara yang kemudian diserap oleh tumbuhan. Perubahan salah satu zat dapat menyebabkan perubahan pada komponen lainnya dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

Di dalam ekosistem, perubahan kimia (reaksi kimia) berperan sebagai mesin penggerak yang menggerakkan siklus materi dan energi, serta menjaga keseimbangan alam. Reaksi kimia merupakan proses dasar yang mendasari segala bentuk kehidupan di bumi. Setiap organisme bergantung pada serangkaian reaksi kimia yang kompleks untuk bertahan hidup,

kelestarian lingkungan dan mengembangkan solusi untuk masalah lingkungan yang kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmalia, H. A. (2020). Biologi Sel. CV Alinea Media Dipantara.
- Alqamari, M., Fitria, Yusuf, M., & Sitorus, R. S. (2022). Ekologi Tanaman. UMSU Press.
- Amarullah, Mardhiana, Willem, & Chairiyah, N. (2021). Dasar Agronomi. Syiah Kuala University Press.
- Envilife. (29/09/2021). Pencemaran Lingkungan yang Disebabkan oleh Limbah Industri. Retrieved 29 November 2024, from <https://envilife.co.id/pencemaran-lingkungan-yang-disebabkan-oleh-limbah-industri/>
- Jinan, R. S. (5/02/2024). Macam-macam Daur Biogeokimia Beserta Proses dan Gambar. Retrieved 29 November 2024, from <https://tirto.id/macam-macam-daur-biogeokimia-gVaa>
- Kurniawati, M. (11/08/2023). Fotosintesis: Bahan, Proses, dan Hasil, Materi Ilmu Pengetahuan Alam dan Sosial Kelas IV Kurikulum Merdeka. Retrieved 28 November, 2024, from <https://adjar.grid.id/read/543862287/fotosintesis-bahan-proses-dan-hasil-materi-ilmu-pengetahuan-alam-dan-sosial-kelas-iv-kurikulum-merdeka?page=all>
- Lestari, D. (10/07/2020). Siklus Daur Belerang atau Sulfur. Retrieved 29 November 2024, from <https://www.siswapedia.com/siklus-daur-belerang-atau-sulfur/>
- Mar'atushaliha, S., Amir, N. S., Mukarramah, Asma, N., Apriana, A., Nurmiati, A., Tamrin, A. N. Z., Basir, A. M. L., Hidayah, U., Darmawan, D., Ahmad, Nur, A. H., Jumartang, Amaliah, M., Apriani, Nurfahmi, W., Ifna, N., Karimah, N. A., Purnamasari, R. I., & Sari, I. (2023). Fisiologi Tumbuhan. Penerbit NEM.

- Putra, R. M. (2023). Penyesuaian Makhluk Hidup dengan Lingkungannya. CV media Edukasi Creative.
- Putri, N. E., & Mulyati, Y. (2023). Manusia, Ekosistem, dan Keanekaragaman Hayati. Penerbit Rena Cipta Mandiri.
- Roziaty, E., Kusumadani, A. I., & Aryani, I. (2017). Biologi Lingkungan. Muhammadiyah University Press.
- Shiddieq, D., & Tohari, P. S. (2018). Aspek Dasar Agronomi Berkelanjutan. Gadjah Mada University Press.
- Utami, S. N. (10/09/2022). Respirasi Tumbuhan: Pengertian, Proses, dan Jenis-jenisnya. Retrieved 29 November 2024, from <https://www.kompas.com/skola/read/2022/09/10/073000669/respirasi-tumbuhan--pengertian-proses-dan-jenis-jenisnya?page=all>
- Wahditiya, A. A., Cengristitama, Mardiah, A., Marlina, L., Taufiq, Z., Wardati, M., Afrahmiryano, Budirohmi, A., Dwiputri, A. Y., Irmawan, F., Maisa, B. A., Agustian, D. R., Ezeddin, M. O., & Rita, R. S. (2024). Biokimia Dasar. Yayasan Tri Edukasi.

PROFIL PENULIS



Nuryanto, M.Pd.

Penulis merupakan guru kimia di SMAN Jatinangor, Kab. Sumedang. Penulis menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana pada Program Studi S1 Pendidikan, Kimia Universitas Sebelas Maret tahun 2015. Penulis lulus Pendidikan Profesi Guru, Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Sebelas Maret pada tahun 2020, serta lulus pendidikan S2 di Departemen Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2024. Pengalaman kerja yang dimiliki oleh Penulis, antara lain: Guru kimia SMAN Jatinangor, Kab. Sumedang (2023-sekarang), Guru kimia SMK Bina Harapan Sumedang (2016 -2023), dan Guru

kimia SMAN Conggeang, Kab. Sumedang (2022-2023). Mulai tahun 2023 sampai sekarang penulis memiliki artikel yang telah terpublikasi pada jurnal nasional. Selain itu, Penulis juga telah menulis buku kolaborasi, yaitu Buku Kimia Farmasi (2023), Buku Pembelajaran Berbasis Digital (2024) dan Buku Evaluasi Pendidikan Masa Kini.

BAB 3

PENCEMARAN LINGKUNGAN: SUMBER DAN DAMPAK

Triana Srisantyorini
Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta
E-mail: trianasrisantyorini@yahoo.co.id

A. PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan telah menjadi isu global yang semakin mendesak. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan industri, aktivitas manusia telah menghasilkan berbagai jenis polutan yang mencemari udara, air, dan tanah. Dampak dari pencemaran ini sangat luas, mulai dari kerusakan ekosistem hingga mengancam kesehatan manusia. Pencemaran lingkungan merupakan suatu fenomena kompleks yang disebabkan oleh interaksi antara aktivitas manusia dan lingkungan alam. Masuknya polutan ke dalam lingkungan dalam jumlah yang melebihi kapasitas asimilasi alam dapat menyebabkan gangguan pada keseimbangan ekosistem.

Pencemaran lingkungan adalah suatu keadaan di mana lingkungan alami tercemar oleh zat-zat atau bahan-bahan yang dapat merusak ekosistem dan kesehatan manusia. Pencemaran lingkungan terjadi ketika ada penambahan substansi atau energi ke dalam lingkungan yang melebihi baku mutu lingkungan yang ditetapkan. Pencemaran di lingkungan bersumber dari aktivitas manusia maupun proses yang terjadi secara alamiah di lingkungan, walaupun sering diasumsikan bahwa proses pencemaran lingkungan alamiah merupakan dampak atau akibat dari aktivitas manusia. Beberapa contoh pencemaran lingkungan, seperti pencemaran udara dapat disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, industri, dan pembakaran sampah,

atau kegiatan manusia yang lain yang mengakibatkan terjadinya pencemaran di lingkungan.

Statistik dari Badan Lingkungan Hidup Dunia (UNEP) menunjukkan bahwa lebih dari 90% populasi dunia hidup di daerah dengan kualitas udara yang buruk (UNEP, 2022). Di Indonesia, menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), sekitar 70% pencemaran udara disebabkan oleh kendaraan bermotor (KLHK, 2022). Hal ini menunjukkan betapa seriusnya masalah pencemaran yang dihadapi di Indonesia. Pemahaman tentang pencemaran lingkungan sangat penting untuk pengembangan kebijakan dan tindakan yang tepat dalam upaya perlindungan lingkungan.

Dampak pencemaran lingkungan tidak hanya dirasakan oleh manusia, tetapi juga oleh flora dan fauna. Penyebaran bahan kimia berbahaya ke dalam air dan tanah dapat mengganggu rantai makanan dan mengancam keberadaan spesies tertentu. Misalnya, pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri dapat merusak ekosistem perairan, yang pada gilirannya mempengaruhi kehidupan masyarakat yang bergantung pada sumber daya air tersebut. Oleh karena itu, penting untuk memahami sumber pencemaran dan dampaknya agar kita dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk mengurangi risiko tersebut. Dalam bab ini, akan dibahas mengenai pencemaran lingkungan, sumber pencemaran lingkungan dan dampak pencemaran lingkungan yang lebih dikhususkan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, serta beberapa penyakit yang terjadi pada manusia akibat kualitas lingkungan yang tidak baik.

B. PENGERTIAN DAN JENIS PENCEMARAN LINGKUNGAN

Secara umum pengertian dari pencemaran lingkungan adalah masuknya benda asing ke dalam lingkungan yang

semua pihak, mulai dari pemerintah, masyarakat, hingga sektor swasta. Dengan meningkatkan kesadaran, menerapkan regulasi yang ketat, serta mengadopsi teknologi ramah lingkungan, diharapkan kita dapat mengurangi dampak pencemaran dan melindungi lingkungan untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Buonicore, A. D. (2003). *Air Pollution Engineering Manual*.
- Conservancy, O. (2021). *Stemming the Tide: Land-based Strategies for a Healthy Ocean*.
- Gunningham, N. A. (2020). *Environmental Regulation: Law, Policy and Practice*. Oxford University Press.
- Harrison, R. (2018). *Air Pollution: Measurement, Modelling and Mitigation*. Wiley and Sons.
- IPCC, I. P. (2022). *Climate Change 2022; Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press.
- KLHK. (2022). Laporan Kualitas Udara Indonesia 2022. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).
- Khan, S. a. (2021). *Environmental Toxicology and Pharmacology. In Water Pollution and Its Impact on Public Health* (pp. 132-143).
- Liu, Z. Z. (2023). *Air Pollution and Public health: An Overview. Environmental Science and Technology* (Vol. 57(4)).
- Mousavi, M. a. (2020). *Soil Pollution: Sources, Impacts and Management*. Springer.
- Mukono, H. (2011). *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Pruss, U. A. (2021). *Preventing Disease through Healthy Environments: A Global Assessment of the Burden of Disease from Environmental Risks*. WHO.
- Setiawan., B. A. (2020). *Pengelolaan Pencemaran Lingkungan: Teori dan Praktik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Smith, P. (2019). *Soil Pollution and Soil Management*.

- Cambridge: Cambridge University Press.
- UNEP. (2021). *U. N. Programme, Producer. Retrieved from <https://www.unep.org/about-us>*
- UNEP. (2022). *Air Pollution and Health. United Nations Environment Programme.*
- UNEP. (2022). *Global Environment Outlook 2022.*
- UNEP. (2023). *Global Environmental Outlook: Biodiversity and Ecosystem Services: United Nations Environment Programme.*
- WHO. (2021). *Health Effects of Ambient Air Pollution. World Health Organization.*
- WHO. (2023). *Water Pollution and Health Risks. World Health Organization.*
- WorldBank. (2020). *The Cost of Pollution in the Developing World. World Bank Report.*
- WorldBank. (2021). *World Bank: The Environmental and Social Dimensions of the Green Economy.*

PROFIL PENULIS



Dr. Triana Srisantyorini, SKM, M.Kes.

Penulis yang akrab dipanggil Anna, dilahirkan di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 1971. Penulis menyelesaikan Program S1 pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia dan Program S2 pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, serta menyelesaikan Program S3 pada Program Doktor Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro Semarang. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta. Bidang Ilmu yang menjadi keahlian penulis sebagai dosen mengampu mata kuliah Kesehatan lingkungan dan Kesehatan Kerja. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal nasional maupun internasional serta mulai aktif menulis buku.

BAB 4

PERAN KIMIA DALAM SIKLUS BIOGEOKIMIA

Maisarah
Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan
E-mail: maisarah@itsi.ac.id

A. PENDAHULUAN

Ekosistem yang meliputi komponen biotik (misalnya, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme) dan lingkungan fisik (misalnya, atmosfer, air, dan tanah) dengan interaksi yang luas bekerja melalui siklus berbagai elemen dan energi di alam untuk menyediakan berbagai kebutuhan untuk mempertahankan kehidupan. Akan tetapi, aktivitas antropogenik telah memengaruhi dan merusak siklus alam, yang menyebabkan berbagai masalah, seperti polusi udara dan air, kontaminasi tanah, dan efek rumah kaca (Zhang *et al.*, 2024). Masalah-masalah tersebut dapat menyebabkan perubahan mendadak dalam ekosistem dan akhirnya menghancurkan pembangunan berkelanjutan Bumi. Pada dasarnya, masalah yang terkait dengan ekosistem terutama disebabkan oleh kesalahan penempatan berbagai elemen, terutama termasuk karbon, nitrogen, fosfor, dan sulfur di lokasi tertentu karena aktivitas antropogenik yang mengakibatkan siklus biogeokimia yang tidak dapat dipertahankan. Biasanya, elemen-elemen ini sangat diperlukan untuk kehidupan dan manusia (Zhang *et al.*, 2024). Namun, siklus alam untuk unsur-unsur tersebut tidak lagi mampu mempertahankan ekosistem yang sehat akibat tingginya tingkat aktivitas antropogenik.

Misalnya, emisi karbon dioksida (CO₂) yang berlebihan melalui pembakaran bahan bakar fosil telah merusak siklus karbon alam, menjadi masalah atmosfer utama dan

mengintensifkan pemanasan global. Selain itu, pencucian unsur nitrogen dan fosfor yang sangat besar ke dalam ekosistem perairan telah menyebabkan eutrofikasi yang merusak keseimbangan siklus unsur dalam ekosistem perairan. Yang lebih buruk lagi, masalah lingkungan yang berdampak signifikan pada komponen biotik, yang menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati. Misalnya, berdasarkan *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) pada tahun 2019, kita kehilangan biomassa mamalia liar sebesar 82%, ekosistem alami sebesar 47%, dan spesies darat yang ada secara alami sebesar 23% (Zhang *et al.*, 2024).

Dengan latar belakang ini, ekokimia baru-baru ini berubah menjadi disiplin ilmu kimia yang baru muncul. Istilah “ekokimia” mengacu pada penemuan dan pemanfaatan proses alam. Biasanya, ada dua arah utama dalam ekokimia, termasuk (a) menemukan mekanisme katalitik di alam (yaitu, belajar dari alam) dan (b) merekayasa proses katalitik menuju rekonstruksi ekosistem (yaitu, melayani alam).

Selama miliaran tahun terakhir, siklus unsur yang bekerja secara stabil memegang kunci untuk mempertahankan perkembangan ekosistem di Bumi. Siklus unsur ini juga dikenal sebagai siklus biogeokimia, yang menggambarkan aliran energi melalui ekosistem dan unsur bergerak di antara komponen biotik dan abiotik. Karbon (C), nitrogen (N), fosfor (P), sulfur (S), oksigen (O), dan hidrogen (H) merupakan enam unsur terpenting bagi organisme, yang menyusun sebagian besar molekul biologis di planet ini. Secara umum, unsur karbon, oksigen, dan hidrogen dapat ditemukan dalam karbohidrat, lipid, asam nukleat, dan protein; unsur nitrogen dapat ditemukan dalam asam nukleat dan protein; fosfor dapat ditemukan dalam lipid dan asam nukleat; sulfur dapat ditemukan dalam protein.

intervensi manusia dalam proses alami tidak dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Daneshgar, S., Callegari, A., Capodaglio, A. G., & Vaccari, D. (2018). *The potential phosphorus crisis: Resource conservation and possible escape technologies: A review. Resources*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/resources7020037>
- Jørgensen, B. B., Findlay, A. J., & Pellerin, A. (2019). *The biogeochemical sulfur cycle of marine sediments. Frontiers in Microbiology*, 10(APR), 1–27. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00849>
- Lehnert, N., Dong, H. T., Harland, J. B., Hunt, A. P., & White, C. J. (2018). *Reversing nitrogen fixation. Nature Reviews Chemistry*, 2(10), 278–289. <https://doi.org/10.1038/s41570-018-0041-7>
- Maisarah, Adityosulindro, S., & Wulandari, D. (2021). *Utilization of wild algae biomass as biosorbent for removal of heavy metal Zinc (Zn²⁺) from aqueous solution. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 824(1), 2–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/824/1/012017>
- Maisarah, M., Saefumillah, A., & Ambarsari, H. (2020). *Study of microalgae (Scenedesmus Sp.) utilization as phosphate bioremediator (PO₄³⁻) in domestic wastewater medium. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 763(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/763/1/012055>
- Panagiotaras, Koulougliotis, Nikolopoulos, AN, K., Ch, Y. A., & K, P. (2015). *Biogeochemical Cycling of Nutrients and Thermodynamic Aspects. Journal of Thermodynamics & Catalysis*, 06(02). <https://doi.org/10.4172/2157-7544.1000144>
- Zhang, C., Low, J., & Xiong, Y. (2024). *Ecochemistry for*

PROFIL PENULIS



Maisarah, S.Si., M.T.

Penulis merupakan lulusan Program Studi S1 Kimia, Universitas Indonesia pada tahun 2018 dan S2 Teknik Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia pada tahun 2021. Saat ini, Penulis bekerja sebagai dosen dan peneliti di Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi di Institut Teknologi Sawit Indonesia. Mata kuliah yang diampu Penulis, antara lain: Kimia, Pengelolaan Lingkungan, Teknologi Pengolahan Limbah dan Lingkungan, Energi Terbarukan dan Instrumentasi Analitik. Penulis memiliki kepakaran di bidang Teknik Lingkungan. Penulis memiliki beberapa kegiatan kepakaran sebagai tenaga ahli di bidang Teknik Lingkungan. Untuk mewujudkan karier sebagai dosen profesional, penulis juga aktif menulis dan melakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Beberapa tulisan terkait artikel ilmiah telah diterbitkan di beberapa jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional. Penulis pernah memperoleh hibah penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat dari Kemeristekdikti. Kegiatan ini menambah cakrawala Penulis tentang cara berpikir terkait keilmuannya. Harapan penulis dalam keterlibatan penulis buku ini adalah dapat memberikan kontribusi positif dalam ilmu pengetahuan.

BAB 5

DAMPAK PERTANIAN TERHADAP EKOSISTEM

Sri Endang Purnami
MAS Tarbiyatul Banin Banat, Tuban
E-mail: purnamihidayat@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Selama berjuta-juta tahun manusia hidup dengan cara berpindah-pindah tempat (nomaden) dan mencari nafkah dengan berburu, memancing serta memetik semua hal yang dihasilkan oleh bumi. Seiring berjalannya waktu terdapat perubahan pola hubungan antara manusia dan sumber daya alam, meningkatnya pengetahuan menyebabkan terjadinya perubahan peradaban, dari nomaden menjadi menetap dengan pemukiman permanen dari yang bergantung pada perburuan dan memetik hasil bumi menjadi bergantung pada kegiatan pertanian dan peternakan. Kemudian dalam perkembangannya, pertanian menjadi bagian yang tidak terpisahkan dengan peradaban manusia, dalam catatan sejarah disebutkan bahwa kegiatan pertanian sudah dimulai sejak 3000 tahun sebelum Masehi. Hal tersebut disebabkan karena pertanian merupakan penghasil bahan pangan yang menjadi salah satu faktor penting penunjang kelangsungan hidup manusia. Sehingga dapat dikatakan bahwa pertanian merupakan pilar utama penopang kebutuhan pangan dunia

Definisi pertanian menurut Abas *et al.*, (2019) adalah kegiatan pemanfaatan sumber daya alam hayati serta pengelolaan lingkungannya untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, dan sumber energi. Pertanian juga dapat diartikan sebagai upaya pengolahan tanah, pengelolaan tanaman, pemeliharaan ikan dan hewan ternak, untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia sebagai makhluk sosial. Produk utama

pertanian dapat berupa bahan pangan (*food*), serat (*fiber*), sumber energi (*fuel*) maupun bahan baku industri (*raw materials*).

Menjadi salah satu sumber daya utama dalam menyediakan bahan pangan penduduk dunia, membuat pertanian menjadi salah satu sektor yang paling banyak mendapat tekanan dan paling sibuk dalam berupaya meningkatkan produktivitasnya terutama jika dikaitkan dengan peningkatan populasi penduduk dunia yang mengikuti deret ukur. Hampir semua negara di dunia menggantungkan kebutuhan pangannya pada kegiatan pertanian termasuk Indonesia. Bahkan Indonesia juga memanfaatkan hasil pertanian sebagai komoditi ekspor selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga pertanian juga menjadi salah satu alasan yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonominya. Berdasarkan hal tersebut maka banyak sekali upaya yang dibuat oleh pemerintah untuk dapat meningkatkan hasil pertanian antara lain dengan menerapkan berbagai macam jenis teknologi.

Pemanfaatan berbagai jenis teknologi untuk mengoptimalkan produksi pertanian merupakan salah satu ciri dari pertanian modern. Sementara aplikasi berbagai teknologi bisa menjadi pisau bermata dua, di satu sisi dapat mendongkrak hasil pertanian sementara di sisi lain dapat menimbulkan beberapa dampak negatif pada lingkungan. Sebagaimana yang disebutkan oleh Kuntariningsih *et al.*, (2014) bahwa penggunaan teknologi di bidang pertanian akan menimbulkan dampak negatif antara lain adalah menurunnya kesuburan tanah, pencemaran air dan tanah akibat residu pestisida serta bahan kimia, sedimentasi tanah, erosi dan dampak sosialnya adalah kemampuan bergotong royong yang semakin tereduksi dari waktu ke waktu. Selain itu, pertanian modern juga berpotensi menurunkan keanekaragaman hayati, menghasilkan emisi karbon yang memicu terjadinya pemanasan global dan menyebabkan terjadinya perubahan iklim.

Praktik pertanian berkelanjutan seperti penggunaan pupuk organik, pengelolaan limbah pertanian yang lebih baik, serta pemantauan kualitas tanah dan air secara berkala sangat diperlukan. Selain itu, pengembangan teknologi filtrasi air tanah dan remediasi tanah yang tercemar menjadi langkah penting untuk mencegah dampak jangka Panjang. Mari lebih bijaksana dalam upaya memenuhi kebutuhan hidup kita tanpa harus menimbulkan kerusakan yang dapat merugikan dan mewariskan kekacauan pada generasi yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayer, C., et al. (2020). *Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions in Agricultural Systems. Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 35.
- Canino, F., Oliva, M., Mallamaci, C., & Muscolo, A. (2023). *Comparative Study of Fertilizers in Tomato-Grown Soils: Soil Quality, Sustainability, and Carbon/Water Footprints. Soil Systems*
- Channab, B., et al. (2024). *Recent advances in nano-fertilizers: synthesis, crop yield impact, and economic analysis. Royal Society of Chemistry.*
- Chaudhary, S., et al. (2022). *Progress on Azadirachta indica Based Biopesticides in Replacing Synthetic Toxic Pesticides. Frontiers in Plant Science.*
- Krimsky, S. (2021). *Can Glyphosate-Based Herbicides Contribute to Sustainable Agriculture? Sustainability*, 13(4), 2337.
- Naser, H.M., et al. (2018). *Impact of Management Practices on Methane Emissions from Paddy Fields in Hokkaido, Japan. Atmosphere*, 9(6), 212.
- Pimentel, D., et al. (2019). *Environmental and Economic Costs of Pesticide Use. Environmental Science Journals.*
- Sharma, R., et al. (2020). *Pesticide Contamination in Agro-*

Ecosystems: Toxicity, Impacts, and Bioaccumulation.
SpringerLink

Singh, R. G. (2024). *Challenges and Alternatives of Herbicide-Based Weed Management.* *Agronomy*, 14(1), 126.

Shameer Syed, Xingxing Wang, et al. (2021). *Bio-Organic Mineral Fertilizer for Sustainable Agriculture: Current Trends and Future Perspectives.* MDPI, Minerals.

Vácha, R. (2021). *Heavy Metal Pollution and Its Effects on Agriculture.* *Agronomy*, 11(9), 1719. DOI: 10.3390/agronomy11091719

Zouahri, A., et al. (2024). *Ecological and Health Risk Assessment of Heavy Metals in Groundwater within an Agricultural Ecosystem.* *Water*, 16(17), 2417. DOI: 10.3390/w16172417

Wahyudi, et al. (2021). Emisi Gas Rumah Kaca dalam Praktik Pertanian di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1).

PROFIL PENULIS



Sri Endang Purnami, SP, M.Sc.

Penulis lahir di Tuban 29 Maret 1973. Penulis mencintai buku lebih dari baju. Penulis menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana pada Jurusan S1 Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang tahun 1996. Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan S2 Jurusan Biosains, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta tahun 2011. Penulis pernah menjadi guru Biologi di Madrasah Aliyah Tarbiyatul Banin Banat, Tuban dan Pembimbing KIR dan Olimpiade Biologi di SMA Al Huda Boarding School Tuban. Hasil karya Penulis, yaitu Buku Ajar Biologi kelas X sampai kelas XII yang diterbitkan PT Grafindo Media Tama dan beberapa buku antologi serta beberapa artikel di *website* generasi peneliti.

BAB 6

KIMIA AIR DAN KUALITAS EKOSISTEM PERAIRAN

Fanny Novia
Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung
E-mail: fannynovia@ukri.ac.id

A. PENDAHULUAN

Ekosistem perairan merupakan badan air yang di dalamnya terdapat berbagai macam organisme yang saling berinteraksi dengan lingkungannya. Secara umum, jenis ekosistem perairan terdiri dari ekosistem air tawar seperti danau dan sungai, dan air laut seperti pantai, dan terumbu karang. Secara alamiah, kualitas perairan ekosistem air tawar biasanya dapat dipengaruhi oleh kondisi daratan yang ada di sekitarnya. Kondisi cuaca dan curah hujan juga dapat mempengaruhi kualitas perairan air tawar. Berdasarkan kondisi perairannya, perairan air tawar dapat dibagi menjadi perairan yang mengalir (lotik) dan perairan yang tergenang (lentik). Jenis aliran ini juga akan mempengaruhi kualitas perairan tersebut. Seperti contoh, perairan tergenang seperti waduk dan danau akan cenderung mengalami stratifikasi suhu karena kedalaman. Sedangkan perairan yang mengalir seperti sungai tidak mengalami stratifikasi suhu karena lebih dangkal dan mengalami turbulensi yang merata.

Pada dasarnya, ekosistem merupakan suatu hubungan timbal balik antara komponen biotik (makhluk hidup) dengan komponen abiotik (air, temperatur, cahaya). Salah satu proses yang terjadi secara alamiah di air adalah proses kimia. Interaksi yang terjadi pada proses kimia yang terjadi di badan air secara alamiah maupun akibat pencemaran dapat mempengaruhi kondisi dan kualitas ekosistem perairan. Perubahan parameter kimia seperti derajat keasaman (pH) yang ekstrim dapat

berdampak buruk bagi biota air. Ekosistem di perairan laut seperti terumbu karang dan rumput laut hanya dapat hidup pada kondisi air laut yang memenuhi persyaratan yang sesuai. Beberapa penelitian juga menunjukkan kualitas perairan dapat mempengaruhi tingkat keanekaragaman biota air seperti *plankton* dan *benthos*.

Seiring dengan perkembangan urbanisasi dan industrialisasi di Indonesia, maka kegiatan ini berdampak buruk pada kondisi perairan seperti sungai dan waduk/danau akibat pembuangan limbah yang dihasilkan ke perairan. Adanya pencemaran logam berat ke air laut dapat menyebabkan kandungan logam berat terakumulasi pada ikan laut dan kerang. Selain itu, pencemaran air limbah seperti air limbah domestik dan industri banyak menyebabkan sungai-sungai yang di Indonesia menjadi tercemar berat. Pemahaman terkait proses dan parameter kimia sangat diperlukan untuk menentukan strategi untuk menjaga kualitas ekosistem perairan. Terdapat beberapa parameter kimia yang sangat penting dalam menggambarkan kualitas suatu perairan, yaitu derajat keasaman (pH), asiditas, alkalinitas, oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biokimia dan kimia, nitrogen dan fosfor.

B. DERAJAT KEASAMAN (pH), ASIDITAS DAN ALKALINITAS

Derajat keasaman atau yang biasa disebut dengan *potential of hydrogen* (pH) merupakan salah satu parameter krusial dalam perairan. Keberadaan asam kuat dan basa kuat merupakan penyumbang kondisi pH ekstrem. Asam kuat dapat bereaksi dengan sianida dan sulfida menghasilkan hidrogen sianida (HCN) yang bersifat toksik (Manahan, 2003). Konsentrasi molar dari ion hidrogen dinyatakan dalam pH dan dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

DAFTAR PUSTAKA

- Junaidi, M., Nurliah, N., & Azhar, F. (2018). Struktur Komunitas Zooplankton di Perairan Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 159–169.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.800>
- Kleinhappel, T. K., Burman, O. H. P., John, E. A., Wilkinson, A., & Pike, T. W. (2019). *The impact of water pH on association preferences in fish. Ethology*, 125(4), 195–202.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/eth.12843>
- Manahan, Stanley E. 2003. *Toxicological Chemistry and Biochemistry: Third Edition*. Lewis Publisher: Washington DC
- Manahan, Stanley E. 2000. *Environmental Chemistry: Seventh Edition*. Lewis Publisher: Washington DC
- Marsidi, R. (2002). Proses Nitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 3(3), 149220.
- Moran, S. (2018). Chapter 2 - Water chemistry. *An Applied Guide to Water and Effluent Treatment Plant Design* (pp. 15–24). Butterworth-Heinemann.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811309-7.00002-3>
- Novia, F. (2016). Potensi Beban Pencemaran Nitrogen dari Inlet Sungai ke Waduk Cirata, Jawa Barat. *In Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan II*.
- Novia, F., & Silmi, A. (2019). Estimasi Beban Pencemar Organik dari Kegiatan Domestik di Bagian Hilir Sungai Ciliwung. *Jurnal Teknik Lingkungan:EnviroSan*, Vol. 2, Issue 2
- Novia, F., & Febrina, L. (2018). Dinamika Konsentrasi Oksigen Terlarut Akibat Limbah Cair Domestik di Hulu Sungai

Citarum Menggunakan Model Dinamik. Dampak, 15(2), 65-71.

Novia, F., Sudjono, P., & Sudradjat, A. (2015). *Dynamic of Dissolved Oxygen at Inlet Zone of Fish Cage Area in Cirata Reservoir, West Java, Indonesia. In Proceeding of The 1st Young Scientist International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection, Malang, A30-A37.*

Patty, S. I., & Akbar, N. (2018). Kondisi Suhu, Salinitas, pH dan Oksigen Terlarut di Perairan Terumbu Karang Ternate, Tidore dan sekitarnya. Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan, 1(2).

PROFIL PENULIS



Fanny Novia, S.T, M.T.

Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung. Penulis lahir di Painan, 06 November 1989 dan saat ini berdomisili di Bandung. Penulis menempuh pendidikan S1 di Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Andalas (2007) dan pendidikan S2 di Magister Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (2013). Penulis memulai karier sebagai dosen pada tahun 2015, dimana sebelumnya penulis pernah bekerja di bagian *Health, Safety, Environment* (HSE) di industri yang bergerak di bidang eksplorasi minyak bumi. Saat ini, penulis mengampu beberapa mata kuliah terkait dengan air limbah antara Penyaluran Air Buangan dan Pengolahan Buangan Industri. Selama menjadi dosen, penulis telah menerbitkan beberapa artikel penelitian yang berkaitan dengan kualitas air permukaan seperti sungai dan waduk serta kualitas air limbah domestik.

BAB 7

ATMOSFER DAN KUALITAS UDARA

Ukik Agustina
Universitas STRADA Indonesia, Kediri
E-mail: ukikagustina@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Berdasarkan volume, udara kering di atmosfer bumi terdiri dari sekitar 78,08 persen nitrogen, 20,95 persen oksigen, dan 0,93 persen argon. Sisa gas menyumbang sekitar 0,04 persen, termasuk gas rumah kaca, karbon dioksida, metana, dinitrogen oksida, dan ozon. Meskipun gas-gas rumah kaca ini hanya menyumbang sebagian kecil dari atmosfer, gas-gas tersebut berperan besar dalam memerangkap panas bumi dan mencegahnya keluar ke luar angkasa, sehingga menghangatkan bumi. Peristiwa tersebut dapat menyebabkan efek rumah kaca di bumi. Gas rumah kaca terbesar berdasarkan volume sebenarnya adalah gas yang cenderung diabaikan oleh kebanyakan orang, diantaranya uap air, yang konsentrasinya sangat bervariasi tergantung pada suhu. Ketika suhu atmosfer meningkat, jumlah kelembapan di atmosfer juga meningkat, sehingga semakin memanaskan bumi. Partikel padat atau cair berukuran kecil yang dikenal sebagai aerosol, yang dihasilkan baik secara alami maupun oleh aktivitas manusia, juga terdapat dalam jumlah yang bervariasi, bersama dengan polutan industri yang dihasilkan oleh manusia serta senyawa sulfur alami dan yang dihasilkan oleh manusia (Buis, 2019).

Berdasarkan uraian di atas sangat erat kaitan atmosfer dan kualitas udara karena atmosfer menjadi tempat akumulasi berbagai polutan. Polutan yang dilepaskan ke atmosfer tidak hanya menurunkan kualitas udara tetapi juga memperburuk

pemanasan global dengan meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca. Mengurangi emisi seperti karbon dioksida dan partikel sangat penting untuk meningkatkan kualitas udara kualitas dan mitigasi dampak perubahan iklim. Banyak negara berkembang di Asia Selatan dan Asia Tenggara menghadapi masalah polusi udara yang parah, khususnya dengan partikel dengan diameter < 2,5 mikron (PM_{2.5}). Negara-negara tersebut telah mengalami dampak perubahan iklim, baik kejadian ekstrem maupun kejadian yang terjadi secara perlahan seperti cuaca panas siang dan malam, gelombang panas yang hebat, banjir yang tidak dapat diprediksi, kenaikan permukaan laut (Sooktawee *et al.*, 2024).

Pada tahun 2019, polusi udara adalah faktor risiko lingkungan yang dapat berdampak terhadap kesehatan anak. Sebanyak 99% populasi dunia berada di tempat yang tidak memenuhi pedoman kualitas udara menurut WHO. Dampak polusi udara ambien dan domestik berkaitan dengan kematian dini sebesar 6,7 juta per tahun. Pada tahun 2019, kematian dini diperkirakan mencapai 4,2 juta akibat dari polusi udara ambien. Kematian tersebut terjadi di negara-negara dengan pendapatan rendah dan menengah yaitu sebesar 89 persen yang sebagian besar terjadi di Asia Tenggara dan Pasifik Barat (WHO, 2024).

Berdasarkan data IQAir.com, yang dioperasikan oleh perusahaan Swiss terkemuka, kualitas udara di Indonesia secara bertahap semakin buruk. Rata-rata konsentrasi PM_{2.5} pada tahun 2023 7,4 kali lebih besar dibandingkan nilai acuan kualitas udara dari WHO. Kota dengan polusi tertinggi yaitu Tangerang Selatan, Banten yang mengindikasikan kondisi udara tidak sehat bagi kelompok sensitif (IQAir, 2023).

Berdasarkan data di atas, polusi udara merupakan peristiwa *massive* yang terjadi di sebagian besar belahan bumi dan memiliki dampak yang sangat membahayakan bagi kelangsungan hidup manusia dan ekosistem. Oleh karena itu,

karena atmosfer menjadi tempat akumulasi berbagai polutan. Polutan yang dilepaskan ke atmosfer tidak hanya menurunkan kualitas udara tetapi juga memperburuk pemanasan global dengan meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca. Pada tahun 2019, polusi udara adalah faktor risiko lingkungan yang dapat berdampak terhadap kesehatan anak. Sebanyak 99% populasi dunia berada di tempat yang tidak memenuhi pedoman kualitas udara menurut WHO. Dampak polusi udara ambien dan domestik berkaitan dengan kematian dini sebesar 6,7 juta per tahun. Kematian dini diperkirakan mencapai 4,2 juta akibat dari polusi udara ambien. Di Indonesia, kualitas udara secara bertahap semakin buruk. Rata-rata konsentrasi PM_{2.5} pada tahun 2023 7,4 kali lebih besar dibandingkan nilai acuan kualitas udara dari WHO. Sehingga dalam hal ini dibutuhkan intervensi lokal, regional dan internasional untuk meningkatkan kualitas udara di dunia.

DAFTAR PUSTAKA

- Angeler, D. G., Fried-petersen, H., Allen, C. R., Garmestani, A., Chuang, W., Donovan, V. M., Eason, T., Roberts, C. P., Wonkka, C. L., Survey, G., Fish, N. C., Management, R., Agency, U. S. E. P., & Hall, K. (2019). *EPA Public Access. Advances in Ecological Research*, 60(218), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s11869-016-0455-7>. Estimation
- Buis, A. (2019). *The Atmosphere: Getting a Handle on Carbon Dioxide - NASA Science. Science.Nasa.Gov.* <https://science.nasa.gov/earth/climate-change/greenhouse-gases/the-atmosphere-getting-a-handle-on-carbon-dioxide/>
- Emberson, L. D., Pleijel, H., Ainsworth, E. A., van den Berg, M., Ren, W., Osborne, S., Mills, G., Pandey, D., Dentener, F., Büker, P., Ewert, F., Koeble, R., & Van Dingenen, R. (2018). *Ozone effects on crops and consideration in crop models. European Journal of Agronomy*, 100(May), 19–34.

- <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.06.002>
- EPA. (2016). *Sulfur Dioxide (SO₂) Primary Standards - Table of Historical SO₂ NAAQS*.
https://www3.epa.gov/ttn/naaqs/standards/so2/s_so2_history.html
- Geneva: World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines. Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*, 1–360.
- IQAir. (2023). *Air quality in Indonesia*.
<https://www.iqair.com/indonesia>
- LHK, P. (2020). Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020. *Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)*, 1–16.
- Lingli Zhang, Yin Yang, Yanhong Li, Zhengmin Min Qian, Wanli Xiao, Xiaojie Wang, Craig A Rolling, Echu Liu, Jianpeng Xiao, Weilin Zeng, Tao Liu, Xing Li, Zhenjiang Yao, Hao Wang, Wenjun Ma, H. L. (2019). *Short-term and long-term effects of PM_{2.5} on acute nasopharyngitis in 10 communities of Guangdong, China. Science of The Total Environment*, 688, 136–142.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.470>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). *Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. Frontiers in Public Health*, 8(February), 1–13.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- NOAA. (2024). *The Atmosphere (National Oceanic and Atmospheric Administration)*.
<https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere>
- Peraturan Pemerintah, (2021).
<https://peraturan.go.id/files/Salinan+PP+Nomor+22+Tahun+2021.pdf>

- Sooktawee, S., Kanabkaew, T., Lalitaporn, P., Khan, M. F., Permadi, D. A., & Limsakul, A. (2024). *Editorial: Crucial air quality, atmospheric environment, and climate change in low- and middle-income countries*. *Frontiers in Environmental Science*, 12(May), 5–7. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1412771>
- UNEP. (2023). *Pollution Action Note – Data you need to know*. <https://www.unep.org/interactives/air-pollution-note/>
- WHO. (2024). *Ambient (outdoor) air pollution*. <https://www.who.int/>

PROFIL PENULIS



Ukik Agustina, S.KM., M.K.M.

Penulis lahir di Kediri, 4 Agustus 1994. Penulis merupakan dosen Kesehatan Masyarakat pada peminatan Kesehatan Lingkungan di Universitas STRADA Indonesia Kediri. Penulis menyelesaikan studi magister di Universitas Indonesia pada program studi Kesehatan Masyarakat peminatan Epidemiologi Kesehatan Lingkungan pada tahun 2020 dengan predikat *cumlaude* melalui beasiswa LPDP, Kemenkeu RI. Sebelumnya, Penulis menyelesaikan studi sarjana Kesehatan Masyarakat peminatan Kesehatan Lingkungan di Universitas Airlangga pada tahun 2016 dengan predikat *cumlaude* melalui beasiswa Bank BRI (2013), Supersemar (2013) dan *Van Deventer-Maas* (2014-2016). Penulis aktif mengikuti berbagai konferensi internasional diantaranya *Asia-Pacific Social Science Conference* di Osaka, Jepang (2015), *International Conference on Natural Science and environment* di Sydney, Australia (2016) dan *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (indexed by scopus)* tahun 2020 dan memperoleh penghargaan artikel terbaik di *International Conference on Natural Science and environment* di Sydney, Australia. Pada tahun 2021, Penulis menjadi manajer data covid-19 di Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, dilanjutkan dengan menjadi dosen di Universitas STRADA Indonesia mulai tahun 2022 dengan mengampu mata kuliah Dasar Kesehatan Lingkungan,

Pencemaran dan Pengelolaan Lingkungan, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), Manajemen Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Lingkungan dan Toksikologi Lingkungan. Pada tahun 2023 hingga sekarang, Penulis menjadi tim penyusun dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah di Dinas Lingkungan Hidup Daerah Kota Kediri dan tahun 2024 menjadi tim ahli dalam penyusunan *Hazard Vulnerability Analysis* (HVA) Kota Mojokerto. Selain aktif di dunia akademisi dan praktisi juga aktif di kegiatan sosial diantaranya menjadi *founder* Rumah Baca Kampoengbaroe dan menjadi fasilitator Desa Tanggap Bencana di Desa Kampungbaru.

BAB 8

INTERAKSI MANUSIA DENGAN EKOSISTEM

Aditya Marianti
Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang
E-mail: aditya.marianti.am@mail.unnes.ac.id

A. PENDAHULUAN

"Interaksi Manusia dengan Ekosistem" mengarah pada pemahaman mengenai hubungan yang saling mempengaruhi antara manusia dan lingkungan alam di sekitar mereka. Sejak awal peradaban, manusia telah memanfaatkan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan hidup. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi dan peningkatan populasi, intensitas interaksi ini pun mengalami perubahan signifikan, sering kali membawa dampak yang kompleks pada keseimbangan ekosistem. Studi tentang interaksi manusia dengan ekosistem menjadi semakin relevan dalam menghadapi tantangan global saat ini, seperti pemanasan global, krisis energi, dan kelangkaan air bersih. Memahami hubungan ini dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan yang lebih bijaksana dan berkelanjutan dalam menjaga keseimbangan alam, agar generasi mendatang masih dapat menikmati manfaat ekosistem yang sehat.

Manusia memiliki peran penting dan sangat kompleks dalam ekosistem, baik sebagai pengguna, pengelola, maupun agen perubahan, yang berdampak pada keseimbangan ekosistem. Manusia memanfaatkan ekosistem untuk memenuhi berbagai kebutuhan dasar, seperti pangan, energi, dan sumber daya bahan baku. Dalam perannya sebagai pengguna, manusia berkontribusi pada dinamika lingkungan alam melalui praktik-praktik yang berdampak langsung pada kesejahteraan ekosistem.

Interaksi manusia dan ekosistem membentuk suatu hubungan ekonomi dan ekologis yang erat.

Sebagai pengelola, manusia mempengaruhi keberlanjutan ekosistem melalui berbagai pendekatan, termasuk konservasi, restorasi, dan pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan. Penelitian Sharma *et al.* (2024) menyebutkan bahwa penerapan teknologi ramah lingkungan dalam sektor pertanian dapat mengurangi jejak karbon, menjaga kesuburan tanah, dan mempertahankan ketersediaan air. Teknologi ini tidak hanya mengoptimalkan hasil panen, tetapi juga menjaga keseimbangan ekologis, dengan mengurangi degradasi tanah dan pencemaran lingkungan.

Sebagai agen perubahan, manusia tidak hanya menjadi pengguna atau pengelola sumber daya, tetapi juga penggerak utama dari perubahan ekosistem secara global. Aktivitas manusia, mulai dari deforestasi, urbanisasi, hingga eksploitasi sumber daya laut, memiliki dampak luas pada kesehatan ekosistem global. Menurut Chaplin-Kramer *et al.* (2024), perubahan penggunaan lahan untuk keperluan pertanian dan urbanisasi merupakan salah satu faktor utama yang mempercepat hilangnya keanekaragaman hayati dan menyebabkan fragmentasi habitat.

Untuk mengurangi dampak negatif ini, berbagai pendekatan berbasis keberlanjutan dan mitigasi dampak lingkungan kini mulai diterapkan, baik pada level individu, komunitas, hingga skala kebijakan nasional. Wang *et al.* (2021) menguraikan bahwa mengintegrasikan konservasi dan restorasi habitat dengan model ekonomi berbasis keberlanjutan dapat mengurangi risiko kepunahan spesies dan menjaga keseimbangan ekologis. Selain itu, pentingnya peningkatan kesadaran masyarakat akan dampak dari aktivitas manusia terhadap ekosistem merupakan langkah preventif untuk memastikan keberlanjutan ekosistem.

yang penting dalam pengambilan keputusan yang tepat dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

Program pendidikan lingkungan juga berperan penting dalam menciptakan kesadaran akan pentingnya menjaga keberlanjutan ekosistem. Kesadaran masyarakat akan interaksi manusia dan ekosistem mendorong perubahan perilaku menuju gaya hidup yang lebih ramah lingkungan, seperti mengurangi konsumsi berlebihan dan beralih pada produk ramah lingkungan (Purba *et al.*, 2023).

G. KESIMPULAN

Interaksi antara manusia dan ekosistem adalah hubungan yang kompleks dan saling terkait. Sementara aktivitas manusia telah memberikan tekanan besar pada ekosistem, berbagai peluang untuk mencapai interaksi berkelanjutan juga telah diidentifikasi. Mewujudkan interaksi berkelanjutan ini memerlukan pendekatan partisipatif, penggunaan teknologi modern, dan penerapan prinsip-prinsip pengelolaan yang berbasis ekosistem. Dengan demikian, diharapkan bahwa manusia dapat memenuhi kebutuhan ekonomi dan sosialnya tanpa mengorbankan keberlanjutan ekosistem yang mendukung kehidupan di Bumi.

DAFTAR PUSTAKA

Aronson, M. F. J., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., Warren, P. S., Williams, N. S. G., Cilliers, S., Clarkson, B., Dobbs, C., Dolan, R., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J. L., Kühn, I., Macgregor-Fors, I., McDonnell, M., Mörtberg, U., ... Winter, M. (2014). *A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780).

- <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330>
- Babuji, P., Thirumalaisamy, S., Duraisamy, K., & Periyasamy, G. (2023). *Human Health Risks due to Exposure to Water Pollution: A Review*. *Water (Switzerland)*, 15(14), 1–15. <https://doi.org/10.3390/w15142532>
- Beggs, P. J., Zhang, Y., Bambrick, H., Berry, H. L., Linnenluecke, M. K., Trueck, S., Bi, P., Boylan, S. M., Green, D., Guo, Y., Hanigan, I. C., Johnston, F. H., Madden, D. L., Malik, A., Morgan, G. G., Perkins-Kirkpatrick, S., Rychetnik, L., Stevenson, M., Watts, N., & Capon, A. G. (2019). *The 2019 report of the MJA–Lancet Countdown on health and climate change: a turbulent year with mixed progress*. *Medical Journal of Australia*, 211(11), 490–491.e21. <https://doi.org/10.5694/mja2.50405>
- Beuchle, R., Bourgoignie, C., Crepin, L., Achard, F., Migliavacca, M., & Vancutsem, C. (2023). *Deforestation and forest degradation in the Amazon - Update for year 2022 and link to soy trade*. <https://doi.org/10.2760/211763>
- Boivin, N. L., Zeder, M. A., Fuller, D. Q., Crowther, A., Larson, G., Erlandson, J. M., Denham, T., & Petraglia, M. D. (2016). *Ecological consequences of human niche construction: Examining long-term anthropogenic shaping of global species distributions*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(23), 6388–6396. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525200113>
- Bratman, G. N., Anderson, C. B., Berman, M. G., Cochran, B., de Vries, S., Flanders, J., Folke, C., Frumkin, H., Gross, J. J., Hartig, T., Kahn, P. H., Kuo, M., Lawler, J. J., Levin, P. S., Lindahl, T., Meyer-Lindenberg, A., Mitchell, R., Ouyang, Z., Roe, J., ... Daily, G. C. (2019). *Nature and mental health: An ecosystem service perspective*. *Science Advances*, 5(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax0903>

- Chaplin-Kramer, R., Polasky, S., Alkemade, R., Burgess, N. D., Cheung, W. W. L., Fetzer, I., Harfoot, M., Hertel, T. W., Hill, S. L. L., Andrew Johnson, J., Janse, J. H., José v. Jeetze, P., Kim, H. J., Kuiper, J. J., Lonsdorf, E., Leclère, D., Mulligan, M., Peterson, G. D., Popp, A., Pereira, H. M. (2024). *Integrated modeling of nature's role in human well-being: A research agenda*. *Global Environmental Change*, 88(June). <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102891>
- Datta, A., & Krishnamoorti, R. (2022). *Understanding the Greenhouse Gas Impact of Deforestation Fires in Indonesia and Brazil in 2019 and 2020*. *Frontiers in Climate*, 4(February), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.799632>
- Ellis, E. C. (2011). *Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere*. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1938), 1010–1035. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0331>
- Folke, C., Polasky, S., Rockström, J., Galaz, V., Westley, F., Lamont, M., Scheffer, M., Österblom, H., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Seto, K. C., Weber, E. U., Crona, B. I., Daily, G. C., Dasgupta, P., Gaffney, O., Gordon, L. J., Hoff, H., Levin, S. A., ... Walker, B. H. (2021). *Our future in the Anthropocene biosphere*. In *Ambio* (Vol. 50, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01544-8>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gopel, J., Schungel, J., Stuch, B., & Schaldach, R. (2020). *Assessing the effects of agricultural intensification on natural habitats and biodiversity in Southern Amazonia*. *PLoS ONE*, 15(11 November), 1–21.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225914>

- Gray, J., & Whyte, I. (2018). *Ecocentrism : What it means and what it implies*. *Ecological Citizen*, 1(2), 130–131.
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., Townshend, J. R. (2015). *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems*. *Science Advances*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Jebari, K., & Sandberg, A. (2022). *Ecocentrism and Biosphere Life Extension*. *Science and Engineering Ethics*, 28(6), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11948-022-00404-2>
- Lee, T. C., Anser, M. K., Nassani, A. A., Haffar, M., Zaman, K., & Abro, M. M. Q. (2021). *Managing natural resources through sustainable environmental actions: A cross-sectional study of 138 countries*. *Sustainability (Switzerland)*, 13(22), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su132212475>
- Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., & Schellnhuber, H. J. (2019). *Climate tipping points — too risky to bet against*. *Nature*, 575(7784), 592–595. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>
- Li, G., Fang, C., Li, Y., Wang, Z., Sun, S., Bao, C., Ma, H., Fan, Y., Feng, Y., & Liu, X. (2022). *Terrestrial Vertebrate Diversity*. *Nature Communications*, 1–12.
- Mace, G. M. (2014). *Whose conservation?* *Science*, 345(6204), 1558–1560. <https://doi.org/10.1126/science.1254704>
- Maggi, T., Pardo, L., & Chreil, R. (2024). *Pollinator Diversity : Essential for Ecosystem Health and Food Security*. 2024(July), 41–58.

- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). *Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. Frontiers in Public Health*, 8(February), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Münzel, T., Hahad, O., Daiber, A., & Landrigan, P. J. (2023). *Soil and water pollution and human health: what should cardiologists worry about? Cardiovascular Research*, 119(2), 440–449. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac082>
- Palsson, G., Szerszynski, B., Sörlin, S., Marks, J., Avril, B., Crumley, C., Hackmann, H., Holm, P., Ingram, J., Kirman, A., Buendía, M. P., & Weehuizen, R. (2013). *Reconceptualizing the “Anthropos” in the Anthropocene: Integrating the social sciences and humanities in global environmental change research. Environmental Science and Policy*, 28, 3–13. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.11.004>
- Purba, B., Akbar, M. A., Siboro, R. P., & Saputra, Z. E. (2023). Pengaruh Pendidikan Lingkungan terhadap Sikap dan Tindakan Mahasiswa Ekonomi dalam Membantu Konservasi Sumber Daya Alam di Wilayah Medan. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26857–26861. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/10958>
- Roe, S., Streck, C., Obersteiner, M., Frank, S., Griscom, B., Drouet, L., Fricko, O., Gusti, M., Harris, N., Hasegawa, T., Hausfather, Z., Havlík, P., House, J., Nabuurs, G. J., Popp, A., Sánchez, M. J. S., Sanderman, J., Smith, P., Stehfest, E., & Lawrence, D. (2019). *Contribution of the land sector to a 1.5 °C world. Nature Climate Change*, 9(11), 817–828. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>
- Rülke, J., Rieckmann, M., Nzau, J. M., & Teucher, M. (2020). *How ecocentrism and anthropocentrism influence human-environment relationships in a kenyan biodiversity hotspot.*

- Sustainability* (Switzerland), 12(19).
<https://doi.org/10.3390/su12198213>
- Sharma, P., Sharma, P., & Thakur, N. (2024). *Sustainable farming practices and soil health: a pathway to achieving SDGs and future prospects*. *Discover Sustainability*, 5(1).
<https://doi.org/10.1007/s43621-024-00447-4>
- Simmonds, J. S., Rensburg, B. J. van, & Tulloch, A. I. T. (2018). *Landscape-specific thresholds in the relationship between species richness and natural land cover.pdf* (pp. 1019–1029).
- Uwaga Monica Adanma, & Emmanuel Olurotimi Ogunbiyi. (2024). *Artificial intelligence in environmental conservation: evaluating cyber risks and opportunities for sustainable practices*. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(5), 1178–1209.
<https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i5.1156>
- Wang, L., Ren, G., Hua, F., Young, S. S., Wang, W., Yang, C., & Zhu, J. (2021). *Integrating habitat availability into restoration efforts for biodiversity conservation: Evaluating effectiveness and setting priorities*. *Biological Conservation*, 257(July 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109127>
- Zambrano, J., Garzon-Lopez, C. X., Yeager, L., Fortunel, C., Cordeiro, N. J., & Beckman, N. G. (2019). *The effects of habitat loss and fragmentation on plant functional traits and functional diversity: what do we know so far?* *Oecologia*, 191(3), 505–518.
<https://doi.org/10.1007/s00442-019-04505-x>

PROFIL PENULIS



Dr. Aditya Marianti, M.Si,

Penulis lulus Pendidikan S1 Program Studi Pendidikan Biologi, IKIP Semarang. lulus S2 Biologi Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, dan lulus S3 Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro. Saat ini, Penulis merupakan dosen tetap pada program studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Semarang. Penulis mengampu mata kuliah

Fisiologi Hewan, Biologi sel, dan Bioedutainment pada Program Sarjana Pendidikan Biologi, serta mata kuliah Pengelolaan dan Konservasi Sumber Daya Alam pada program Doktor Pendidikan IPA, Universitas Negeri Semarang. Penulis aktif melakukan penelitian dengan fokus pada pemanfaatan bahan alam untuk mengatasi pencemaran logam berat, serta aktif menerbitkan berbagai karya ilmiah di jurnal nasional dan internasional

BAB 9

KRISIS KEANEKARAGAMAN HAYATI

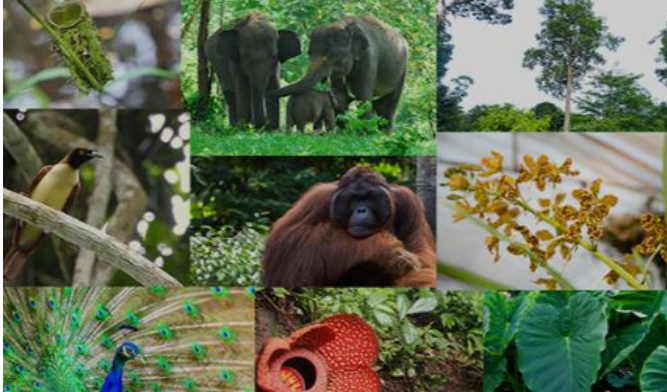
Gusti Eva Tavita
Program Studi Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan,
Universitas Tanjungpura
E-mail: evatavita@fahutan.untan.ac.id

A. PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati atau biodiversitas adalah variasi seluruh bentuk kehidupan di Bumi, termasuk variasi genetik dalam satu spesies, mulai dari mikroorganisme hingga hewan besar, jumlah dan jenis spesies, serta kompleksitas ekosistem tempat mereka hidup. Keanekaragaman ini mencakup berbagai tingkatan, mulai dari keanekaragaman genetik, spesies, hingga ekosistem (Irawati *et al.*, 2016). Setiap spesies dan ekosistem memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekologis, menyediakan layanan ekosistem seperti penyerbukan, pemurnian air, penyimpanan karbon, dan pengendalian hama yang mendukung kehidupan seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Keanekaragaman hayati juga memiliki nilai ekonomi dan budaya, memberikan manfaat bagi sektor pertanian, perikanan, kesehatan, dan pariwisata .

Tanaman berperan sebagai produsen yang mengubah energi matahari menjadi biomassa yang menjadi dasar rantai makanan, sementara hewan pemakan tumbuhan, predator, dan dekomposer menjaga keseimbangan populasi serta mendaur ulang materi organik menjadi nutrisi esensial bagi tanah. Keanekaragaman hayati juga menyediakan berbagai layanan ekosistem yang penting, seperti penyerbukan tanaman, pengaturan iklim, pengendalian hama, serta penyerapan karbon (Chadiri *et al.*, 2016). Layanan ini mendukung sektor pertanian, perikanan, dan

kesehatan manusia. Selain itu, keanekaragaman genetik di dalam spesies tanaman dan hewan adalah sumber potensial bagi penemuan obat dan bahan baku industri.



Gambar 9.1. Keanekaragaman hayati Indonesia

Indonesia adalah salah satu negara *mega-biodiversity* dengan keanekaragaman spesies yang sangat tinggi, khususnya di hutan hujan tropis dan ekosistem laut. Ekosistem ini tidak hanya penting bagi lingkungan lokal tetapi juga memiliki peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekosistem global, termasuk pengaturan iklim melalui hutan hujan yang menjadi penyerap karbon utama. Keanekaragaman genetik dalam tanaman dan hewan menjadi fondasi ketahanan pangan, karena keberagaman ini memberikan kemampuan untuk beradaptasi terhadap penyakit, perubahan iklim, dan hama. Tingginya tingkat deforestasi, konversi lahan untuk pertanian dan perkebunan, serta eksploitasi sumber daya laut dan pesisir di Indonesia mempercepat penurunan keanekaragaman hayati. Dampak dari aktivitas ini sangat merugikan, tidak hanya bagi ekosistem tetapi juga bagi masyarakat lokal yang bergantung pada sumber daya alam untuk kehidupan sehari-hari (Amin, 2021). Krisis keanekaragaman hayati mengurangi opsi ini dan

G. KESIMPULAN

Krisis keanekaragaman hayati di Indonesia mencakup berbagai ancaman serius yang mengancam spesies unik dan ekosistem kaya di seluruh nusantara. Dari deforestasi di Kalimantan dan Sumatera yang mengancam keberadaan orang utan, hingga perburuan harimau Sumatera dan kerusakan lahan gambut serta terumbu karang di Papua, semua ini menggambarkan hilangnya keanekaragaman hayati yang berimplikasi besar pada keseimbangan ekologi, ketahanan pangan, dan kesejahteraan manusia. Setiap kasus mencerminkan peran manusia dalam menimbulkan dampak negatif pada ekosistem, baik melalui aktivitas ekonomi yang tidak berkelanjutan, perubahan iklim, maupun polusi. Langkah-langkah mitigasi dan adaptasi telah dimulai, termasuk konservasi *in situ* dan *ex situ*, restorasi ekosistem, serta penerapan kebijakan perlindungan lingkungan. Meski begitu, masih ada tantangan dalam pelaksanaannya, seperti kepentingan ekonomi yang sering kali bertentangan dengan upaya pelestarian, lemahnya penegakan hukum, dan kurangnya kesadaran masyarakat. Oleh karena itu, penanganan krisis keanekaragaman hayati di Indonesia memerlukan pendekatan kolaboratif antara pemerintah, masyarakat lokal, dan organisasi konservasi, serta pemanfaatan teknologi untuk pemantauan ekosistem. Upaya ini tidak hanya penting untuk mempertahankan keanekaragaman hayati, tetapi juga untuk menjaga stabilitas ekosistem yang menjadi penyangga kehidupan bagi generasi sekarang dan masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfionita, A. N. A., Patang, P., & Kaseng, E. S. (2019). Pengaruh Eutrofikasi terhadap Kualitas Air di Sungai Jeneberang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.26858/jptp.v5i1.8190>

- Amin, M. (2021). Polusi Tanah Dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(1), 36. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v15n1.2021.36-45>
- Ampou, E. E., Susilo, E., Radiarta, N., Extention, F., & Developmen, H. R. (2023). Fenomena Pemutihan Karang, Perlukah Mitigasinya? November.
- Aris Sarjito. (2023). Peran Teknologi dalam Pembangunan Kemaritiman Indonesia. *Jurnal Lemhannas RI*, 11(4), 219–236. <https://doi.org/10.55960/jlri.v11i4.483>
- Chadirin, Y., Saptomo, S. ., Rudiyanto, ., & Osawa, K. (2016). *Environmental Biophysics and CO2 Emission in Bare Peatland for Sustainable Biomass Production*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 146–151. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.146>
- Darmayani, S., Juniatmoko, R., Martiansyah, R., Puspaningrum, D., Zulkarnaen, R., Nugroho, E., Pulungan, N., Aldya, N., Rohman, A., Nursia, Hariri, M., & Wattimena, C. (2017). Dasar-Dasar Konservasi. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%202.pdf)
- Daryono, H. (2009). *Potency, problems, policy and peatland management needed for sustainable peat swamp forest*. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 6(2), 71–101.
- Dwi Wahjono, H., & Yudo, S. (2006). Peranan Teknologi Pemantauan Secara *Online*. *Peneliti Pada Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT*, 2(2), 92–99.
- Dwijayani, R. H., Muhammad, A., & Sugito, S. (2023). Hutan Industri dan Deforestasi: Bagaimana Hutan Industri Mengancam Keberlangsungan Hutan Hujan di Papua, Indonesia. *Agrifor*, 22(2), 233. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v22i2.6719>
- Fathiyah, I., Yanuari, N. F., Rayhan, N. C., Mefiana, S. A., Ambarwati, D., Juandi, D., & Prabawanto, S. (2023). Upaya

- Meningkatkan Kesadaran Lingkungan Masyarakat Melalui Edukasi Pemilahan dan Pengelolaan Sampah. *Abdimasku : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(3), 888. <https://doi.org/10.62411/ja.v6i3.1437>
- Harefa, M. S., Adeline, A., Silalahi, F. C., & Panjaitan, M. A. L. (2023). Restorasi dan Revitalisasi Pasca Degradasi Ekosistem Mangrove di Paluh Merbau Kabupaten Deli Serdang. *Geographia : Jurnal Pendidikan Dan Penelitian Geografi*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.53682/gjppg.v4i1.5477>
- Irawati, A., Widyastuti, R., Sutandi, A., & Idris, K. (2016). Biodiversitas dan Sifat Kimia Tanah Pada Ekosistem Lada dan Ubi Kayu Di Lampung Timur. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 40(1), 51–59.
- Johan, O., Purwanto, Rumengan, I., & Awaludinnoer. (2020). Kelimpahan Penyakit Karang di Kepulauan Ayau dan Asia Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 15(2), 121–128.
- Kuswanda, W. (2007). Ancaman Terhadap Populasi Orangutan Sumatera (*Pongo abelii Lesson*). *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 4(4), 409–417. <https://doi.org/10.20886/jphka.2007.4.4.409-417>
- Muslimah. (2017). Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.33059/jpas.v2i1.224>
- Natsir, N. ., & Allifah, A. . (2022). Penyuluhan dan Rehabilitasi Hutan Mangrove dalam Upaya Mencegah Bencana Banjir di Perairan Desa Waiheru. *Mangente: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 194. <https://doi.org/10.33477/mangente.v1i2.2723>
- Neneng, L. N., Sukarman, K., Ai, D., & Eni, M. (2014). Pengelolaan Tata Air Lahan Gambut, Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi (Issue October).

- Perpres. (2022). Peraturan Presiden Nomor 120 Tahun 2022 tentang Badan Restorasi Gambut dan Mangrove. 053070.
- Purwanto, Y., Walujo, E. B., Suryanto, J., Munawaroh, E., & Ajiningrum, P. S. (2012). Strategi Mitigasi dan Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim: Studi Kasus Komunitas Napu di Cagar Biosfer Lore Lindu Mitigation Land. *Jurnal Masyarakat & Budaya*, 14(3), 541–570.
- Qodriyatun, S. N. (2016). Konsesi Konservasi Melalui Kebijakan Restorasi Ekosistem di Hutan Produksi. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 7(1), 49–62. <https://doi.org/10.46807/aspirasi.v7i1.1279>
- Rochaedi, D., Priatna, D., & Yoshida Sri Rahayu, S. (2021). Kemitraan Konservasi Pemulihan Ekosistem. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 18(3), 171–184.
- Rochdiani, D., Kusno, K., & Saefudin, B. R. (2017). Mitigasi dan Strategi Adaptasi Dampak Perubahan Iklim Di Indonesia. *Registrasi.Seminar.Uir.Ac.Id*, 263–271. [http://registrasi.seminar.uir.ac.id/prosiding/sem_nas17/file/SOC01720_Hayatul Ismi.pdf](http://registrasi.seminar.uir.ac.id/prosiding/sem_nas17/file/SOC01720_Hayatul%20Ismi.pdf)
- Rumampuk, & Warouw. (2015). Bioakumulasi Total Merkuri, Arsen, Kromium, Cadmium, Timbal di Teluk Totok dan Teluk Buyat, Sulawesi Utara. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 2(2), 49–59.
- Setiady, T. (2017). Pencegahan Pencemaran Air Sungai Citarum Akibat Limbah Industri. *Yustitia*, 3(2), 185–198.
- Subekti, R., Sulistiyono, A., Rahmadewi, W. r. ., & Putranto, M. . (2019). Hukum Lingkungan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://sciotea.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-bene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetungan_T

erpusat_Strategi_Melestari

- Sudrajat, A. S. E., & Subekti, S. (2019). Pengelolaan Ekosistem Gambut Sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Planologi*, 16(2), 219. <https://doi.org/10.30659/jpsa.v16i2.4459>
- Yuniarti, M. ., Andriani, Prasetiawan, N. R., Faizal, I., & Chotimah, L. C. (2023). Identifikasi Sampah Laut pada Ekosistem Mangrove di Batukaras Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(2), 243–252. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i2.49631>

PROFIL PENULIS



Ir. Gusti Eva Tavita, M.Si.

Penulis lahir di Singkawang Kalimantan Barat, 12 Maret 1965. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura pada tahun 1989 dan pendidikan S2 di Institut Pertanian Bogor (IPB) jurusan Ilmu Pengetahuan Kehutanan.

BAB 10

BIOREMEDIASI:

SOLUSI KIMIA UNTUK PENCEMARAN

Listiyana Candra Dewi
Politeknik Negeri Malang, Malang
E-mail: listiyana.candra@polinema.ac.id

A. PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan yang sangat pesat memberikan dampak positif dan negatif bagi keberlangsungan kehidupan. Dampak positif yang diberikan oleh ilmu pengetahuan sudah banyak dirasakan dan memberikan kemudahan bagi umat manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari, Namun tanpa disadari, berbagai kegiatan yang mendorong berkembangnya ilmu pengetahuan dalam berbagai aspek juga telah memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Pencemaran lingkungan kini merupakan suatu masalah global yang sangat serius dan sangat mendesak untuk diatasi karena mempengaruhi keberlangsungan hidup manusia dan ekosistem. Bioremediasi hadir sebagai solusi untuk membersihkan dan memulihkan lingkungan yang terkontaminasi, sehingga dapat dimanfaatkan kembali secara berkelanjutan. Bab ini akan membahas tinjauan komprehensif mengenai prinsip-prinsip dasar dan peranan ilmu kimia dalam perkembangan dan aplikasi teknologi bioremediasi terkini.

B. DEFINISI DAN KONSEP DASAR BIOREMEDIASI

Bioremediasi merupakan suatu proses pemulihan kondisi lingkungan yang tercemar dengan memanfaatkan mikroorganisme (bakteri, fungi, atau alga), tanaman, dan enzim untuk menguraikan, menghilangkan, atau mengubah karakter

bahan pencemar ke dalam bentuk yang tidak berbahaya. Proses tersebut memanfaatkan kemampuan alami dari makhluk hidup untuk mendekomposisi senyawa-senyawa berbahaya menjadi senyawa yang lebih sederhana dan aman bagi lingkungan. Dibandingkan dengan teknik pemulihan lingkungan yang lain seperti penggalian, pembakaran, atau penggunaan bahan kimia sintetik, bioremediasi lebih ramah lingkungan karena menggunakan proses alami tanpa menghasilkan limbah tambahan. Selain itu, metode ini memerlukan biaya yang relatif lebih rendah karena mengurangi kebutuhan bahan kimia pembersih atau teknologi yang mahal, sehingga teknik ini menjadi solusi yang lebih terjangkau dan dapat diakses oleh negara atau perusahaan dengan sumber daya terbatas.

Proses bioremediasi berpusat pada kemampuan mikroorganisme, tumbuhan, atau enzim untuk mendegradasi zat pencemar. Pada proses bioremediasi, makhluk hidup yang digunakan umumnya merupakan mikroorganisme dan tumbuhan yang ditemukan secara alami di lingkungan yang tercemar (bioremediasi instrinsik). Namun dalam kondisi tertentu, proses bioremediasi juga dilakukan dengan menambahkan mikroorganisme atau tumbuhan secara sengaja pada area yang tercemar. Pemilihan mikroorganisme sebagai agen pendegradasi polutan karena pada umumnya mikroorganisme yang dapat bertahan hidup di area tercemar memiliki enzim khusus yang dapat memecah molekul kompleks polutan menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya. Berbeda dengan mikroba, penggunaan tumbuhan sebagai agen bioremediasi karena tumbuhan tertentu memiliki kemampuan untuk melakukan proses bioakumulasi atau penyerapan senyawa polutan dari tempat tercemar dan menyimpannya dalam jaringan tubuh tumbuhan tersebut. Proses yang melibatkan tumbuhan sebagai agen remediasi disebut dengan fitoremediasi.

F. KESIMPULAN

Perkembangan ilmu pengetahuan yang sangat pesat memberikan dampak negatif berupa peningkatan jumlah pencemaran lingkungan. Salah satu metode untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menggunakan metode bioremediasi. Metode bioremediasi memanfaatkan kemampuan mikroorganisme, tumbuhan dan enzim untuk mendegradasi senyawa polutan dan mengubahnya menjadi senyawa yang tidak berbahaya.

Terdapat berbagai teknik bioremediasi. Penggunaan teknik tersebut bergantung pada kondisi lingkungan yang tercemar serta karakteristik dari polutan. Keberhasilan dari suatu teknik bioremediasi tidak terlepas dari peran ilmu kimia yang merupakan bagian krusial dalam menentukan karakteristik polutan, memahami jalur metabolisme degradasi polutan oleh mikroorganisme, serta tahap monitoring serta evaluasi untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari teknik bioremediasi yang digunakan. Proses bioremediasi umumnya memerlukan waktu yang cukup lama sehingga terdapat banyak tantangan dalam pelaksanaannya dan diperlukan inovasi terus menerus untuk menjamin keberlanjutan dari proses yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anekwe, I. M., & Isa, Y. M. (2021). *Wastewater and Bioventing Treatment Systems for Acid Mine Drainage–Contaminated Soil. Soil and Sediment Contamination: An International Journal* , 518-531.
- Bell, C., Wong, J., Parsons, K., Semel, W., McDonough, J., & Gerber, K. (2022). *First Full-Scale In Situ Propane Biosparging for Co-Metabolic Bioremediation of 1,4-Dioxane. Groundwater Monitoring and Remediation*, 54-66.
- Bhatt, P., Gangola, S., Bhandari, G., Zhang, W., Maithani, D.,

- Mishra, S., & Chen, S. (2021). *New insights into the degradation of synthetic pollutants in contaminated environments*. *Chemosphere*.
- Favas, P. J., Pratas, J., Varun, M., D'Souza, R., & Paul, M. S. (2014). *Phytoremediation of Soils Contaminated with Metals and Metalloids at Mining Areas: Potential of Native Flora*. In M. C. Hernandez-Soriano, *Environmental Risk Assessment of Soil Contamination*. London, UK: IntechOpen.
- Hassan, A., Periathamby, A., Ossai, I. C., & Ahmed, A. (2022). *Bioaugmentation-assisted bioremediation and kinetics modelling of heavy metal-polluted landfill soil*. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 6729-6754.
- Liu, P., Yang, Z. H., Chen, Y. L., Lo, K. H., & Kao, C. M. (2021). *Remediation of weathered diesel-oil contaminated soils using biopile systems: An amendment selection and pilot-scale study*. *Science of The Total Environment*.
- Nagkirti, P., Shaikh, A., Vasudevan, G., & Paliwal, V. (2017). *Bioremediation of Terrestrial Oil Spills: Feasibility Assessment*. In *Optimization and Applicability of Bioprocesses* (pp. 141-173). Springer.
- Roundtable, F. R. (2020, 7 31). Biopiles. Retrieved from <https://www.frtr.gov/matrix/Biopiles/>
- Tarfeen, N., Nisa, K. U., Hamid, B., Bashir, Z., Yatoo, A. M., Dar, M. A., . . . Sayyed, R. (2022). *Microbial Remediation: A Promising Tool for Reclamation of Contaminated Sites with Special Emphasis on Heavy Metal and Pesticide Pollution: A Review*. *Procesess*, 1-27.
- Tijani, S., Obafemi, A., & Ogoro, M. (2022). *Effectiveness Assessment of Land farming Remediation strategy in Omkpobu, Rivers State, Nigeria*. *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences*, 1-6.

PROFIL PENULIS



Listiyana Candra Dewi, S.Si., M.Si.

Penulis menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana pada Program Studi S1 Kimia, Universitas Negeri Malang pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan jenjang Magister pada Program Studi S2 Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dan lulus pada tahun 2015. Saat ini Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang.

BAB 11

TEKNOLOGI HIJAU DALAM KIMIA DAN EKOSISTEM

Anugrah Windy Mustikarini
Politeknik Negeri Malang, Kota Malang
E-mail: wndy.rin@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Di tengah meningkatnya tekanan terhadap lingkungan akibat perubahan iklim, degradasi ekosistem, dan pencemaran, kebutuhan akan solusi inovatif yang berkelanjutan semakin mendesak. Teknologi hijau, atau teknologi ramah lingkungan, hadir sebagai jawaban untuk menghadapi tantangan global ini. Teknologi ini bukan hanya menjadi alat untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, tetapi juga menawarkan pendekatan holistik yang dapat diterapkan di berbagai sektor kehidupan.

Teknologi hijau, atau teknologi ramah lingkungan, merupakan pendekatan inovatif yang bertujuan menciptakan solusi berkelanjutan di berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor kimia dan ekosistem. Dengan meningkatnya kesadaran global terhadap isu perubahan iklim, penurunan keanekaragaman hayati, dan pencemaran lingkungan, penerapan teknologi hijau menjadi semakin penting untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Teknologi ini mengintegrasikan prinsip ilmiah, seperti konsep kimia hijau, dengan kemajuan teknologi modern untuk melindungi dan memperbaiki kualitas lingkungan secara efektif.

Kerusakan ekosistem akibat eksploitasi sumber daya alam yang tidak bertanggung jawab telah mendorong penerapan teknologi hijau sebagai solusi strategis dalam menjaga kelestarian lingkungan. Teknologi ini mencakup berbagai

pendekatan inovatif yang dirancang untuk mengatasi tantangan manusia, serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan sumber daya alam. Teknologi ini juga berpusat pada efisiensi energi, pengurangan limbah, dan prinsip keberlanjutan, sehingga sering disebut sebagai teknologi bersih.

Agar sebuah teknologi dapat diklasifikasikan sebagai teknologi hijau, terdapat beberapa kriteria utama yang harus dipenuhi, yaitu meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK), melestarikan sumber daya alam, dan mendorong penggunaan energi terbarukan. Dengan memenuhi kriteria ini, teknologi hijau tidak hanya mampu mengatasi krisis lingkungan global, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi pencemaran udara, air, dan tanah, serta melindungi keanekaragaman hayati (Nehra *et al.*, 2023).

Selain itu, teknologi hijau berperan dalam mendukung transisi menuju ekonomi sirkular, yaitu model ekonomi yang mengutamakan pendaurulangan material dan limbah guna mengurangi eksploitasi sumber daya alam. Teknologi ini juga mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), seperti penyediaan energi bersih, mitigasi perubahan iklim, serta konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Dengan pendekatan yang inovatif dan berorientasi keberlanjutan, teknologi hijau menjadi salah satu pilar utama dalam membangun masa depan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

hijau memberikan keuntungan jangka panjang yang signifikan. Dengan pendekatan berbasis bukti, kolaborasi lintas sektor, dan inovasi berkelanjutan, teknologi hijau dapat mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), mengatasi krisis lingkungan global, dan memperkuat ketahanan ekonomi serta sosial.

Keseluruhan, teknologi hijau bukan hanya solusi teknis, tetapi juga filosofi pembangunan berkelanjutan yang memadukan efisiensi, keamanan, dan pelestarian lingkungan untuk masa depan yang lebih baik bagi generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arora, S., & Saraswat, S. (2021). *Vermifiltration as a natural, sustainable and green technology for environmental remediation: A new paradigm for wastewater treatment process*. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 1–6.
- Awasthi, A. K., Cheela, V. R. S., D’Adamo, I., Iacovidou, E., Islam, M. R., Johnson, M., Miller, T. R., Parajuly, K., Parchomenko, A., Radhakrishnan, L., Zhao, M., Zhang, C., & Li, J. (2021). *Zero waste approach towards a sustainable waste management*. *Resources, Environment and Sustainability*, 3(December 2020), 100014. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100014>
- Cantillo, D. (2024). *Electrochemical synthesis: A flourishing green technology for the manufacturing of organic compounds*. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 36(May), 100416. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2024.100416>
- Cao, J. J., Huang, Y., & Zhang, Q. (2021). *Ambient air purification by nanotechnologies: From theory to application*. *Catalysts*, 11(11), 1–47. <https://doi.org/10.3390/catal11111276>

- Chen, H., Tian, D., & Li, Z. (2024). *Technologies for Environmental Ecological Restoration and Agricultural Sustainability Are the Focus of Future Safeguarded Agriculture Development*. *Agronomy*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/agronomy14010012>
- Dixit, K. (2024). *Green Chemistry - Science & Technology*. February.
- Ganesh, K. N., Zhang, D., Miller, S. J., Rossen, K., Chirik, P. J., Kozlowski, M. C., Zimmerman, J. B., Brooks, B. W., Savage, P. E., Allen, D. T., & Voutchkova-Kostal, A. M. (2021). *Green Chemistry: A Framework for a Sustainable Future*. *Organic Process Research and Development*, 25(7), 1455–1459. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.1c00216>
- Lee, Y. G., & Chon, K. (2022). *Green Technologies for Sustainable Water and Wastewater Treatment: Removal of Organic and Inorganic Contaminants*. *Separations*, 9(11), 10–12. <https://doi.org/10.3390/separations9110335>
- Liu, X., Xie, Y., & Sheng, H. (2023). *Green waste characteristics and sustainable recycling options*. *Resources, Environment and Sustainability*, 11(August 2022), 100098. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2022.100098>
- Nehra, P., Selvi, M. T., Dasarathy, A. ., Naqvi, S. R., Kumar, J. R. R., & Soundarraj, P. L. (2023). *Green technology implementation for environmental sustainability: applications and challenges*. *Journal of Informatics Education and Research*, 3(2), 670–678. <http://jier.org>
- Purnomo, E., Najib, A., & Nyura, Y. (2018). *Penerapan Metode Trend Moment Untuk Forecast Penjualan Barang di Indomaret*. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 98–102. <http://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/985485>
- Shan, S., Genç, S. Y., Kamran, H. W., & Dinca, G. (2021). *Role*

- of green technology innovation and renewable energy in carbon neutrality: A sustainable investigation from Turkey. Journal of Environmental Management*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113004>
- Singh, D., Goswami, R. K., Agrawal, K., Chaturvedi, V., & Verma, P. (2022). *Bio-inspired remediation of wastewater: A contemporary approach for environmental clean-up. Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5(January), 100261. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2022.100261>
- Tanveer, M., Khan, S. A. R., Umar, M., Yu, Z., Sajid, M. J., & Haq, I. U. (2022). *Waste management and green technology: future trends in circular economy leading towards environmental sustainability. Environmental Science and Pollution Research*, 29(53), 80161–80178. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23238-8>
- Werkneh, A. A., & Gebru, S. B. (2023). *Development of ecological sanitation approaches for integrated recovery of biogas, nutrients and clean water from domestic wastewater. Resources, Environment and Sustainability*, 11(June 2022), 100095. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2022.100095>
- Yin, C., Zhao, W., & Pereira, P. (2025). *Ecosystem restoration along the “pattern-process-service-sustainability” path for achieving land degradation neutrality. Landscape and Urban Planning*, 253(19). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105227>

PROFIL PENULIS



Anugrah Windy Mustikarini, S.Si., M.Si.

Penulis lahir di Kota Surabaya, Jawa Timur pada 4 Maret 1987. Pada tahun 2008, Penulis mendapat gelar Sarjana Sains (S.Si) dari Program Studi Kimia, Universitas Brawijaya, Malang. Kemudian Penulis melanjutkan studi jenjang magister pada Program Studi S2 Ilmu Kimia, Universitas Brawijaya, Malang dan lulus pada tahun 2014 dengan gelar Magister Sains (M.Si). Penulis merupakan dosen di Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang sejak Tahun 2019.

BAB 12

TEKNOLOGI HIJAU

DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Tri Widayati Putri
Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa, Makassar
E-mail: triwidayatiputri06@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Teknologi hijau telah menjadi paradigma baru dalam upaya pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan di era modern ini. Sebagai solusi inovatif untuk mengatasi berbagai permasalahan lingkungan, teknologi hijau menawarkan pendekatan yang ramah lingkungan sambil tetap mempertahankan efisiensi dan produktivitas. Konsep ini menekankan pada penggunaan sumber daya yang berkelanjutan, minimalisasi dampak negatif terhadap lingkungan, dan optimalisasi manfaat bagi generasi sekarang dan masa depan (Muthmainnah *et al.*, 2020).

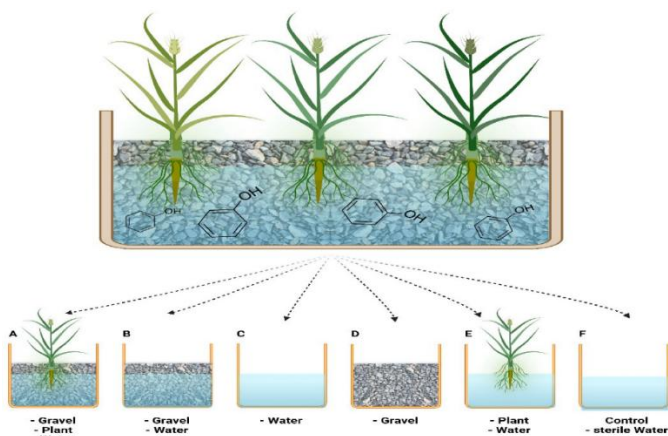
Perkembangan teknologi hijau tidak terlepas dari kesadaran global akan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem bumi. Meningkatnya populasi dunia dan aktivitas industri telah memberikan tekanan besar pada lingkungan, mengakibatkan berbagai permasalahan seperti perubahan iklim, polusi, dan berkurangnya sumber daya alam. Teknologi hijau hadir sebagai jembatan yang menghubungkan kebutuhan pembangunan ekonomi dengan pelestarian lingkungan (Li *et al.*, 2024).

Teknologi hijau menggunakan pendekatan inovatif yang mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan dalam pengelolaan lingkungan. Di era modern ini, kebutuhan akan teknologi yang ramah lingkungan semakin mendesak seiring dengan meningkatnya kesadaran global terhadap dampak negatif aktivitas manusia pada lingkungan. Penerapan teknologi hijau

menjadi solusi kunci dalam mengatasi berbagai permasalahan lingkungan seperti pencemaran, penipisan sumber daya alam, dan perubahan iklim (Mikhno *et al.*, 2021).

Teknologi hijau berperan penting dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem, mencakup berbagai aspek, mulai dari penggunaan energi terbarukan hingga sistem pengelolaan limbah yang efisien. Implementasi teknologi hijau tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan dampak sosial dan ekonomi yang berkelanjutan (Nižetić *et al.*, 2019).

Pengembangan teknologi hijau dalam pengelolaan air menjadi salah satu prioritas utama. Sistem pengolahan air limbah modern menggunakan metode biologis dan fisika-kimia yang ramah lingkungan, seperti *constructed wetlands* dan teknologi membran. Inovasi ini memungkinkan daur ulang air limbah menjadi air bersih yang dapat digunakan kembali, mengurangi tekanan pada sumber daya air alami dan mencegah pencemaran badan air (Belva & Raspati, 2024).



Sumber: Kurzbaum, E. (2022)

Gambar 12.1. *Constructed wetlands*

DAFTAR PUSTAKA

- Albreem, M. A., Sheikh, A. M., Alsharif, M. H., Jusoh, M., & Mohd Yasin, M. N. (2021). *Green Internet of Things (GloT): Applications, Practices, Awareness, and Challenges*. *IEEE Access*, 9, 38833–38858. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3061697>
- Belva, C. D. Q., & Raspati, B. (2024). Pengembangan Teknologi dalam Memanfaatkan Eenergi Terbarukan di Ibu Kota Nusantara dengan Program *Smart City*. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 4(5), 906–919. <https://doi.org/10.54957/jolas.v4i5.904>
- Jamal, I., Putu, N., Widanti, T., Putu, I. A., Widnyani, S., & Bidul, S. (2024). Kebijakan Transportasi Umum Berbasis Energi Ramah Lingkungan di Kota Denpasar. *Journal Of Social Science Research*, 4, 3220–3234.
- Li, Q., Pan, J., & Wei, L. (2024). *Research on The Technical System of Long-Span Green Bridge Construction*. 13279(Geesd), 1–6. <https://doi.org/10.1117/12.3044429>
- Malinauskaite, J., Jouhara, H., Czajczyńska, D., Stanchev, P., Katsou, E., Rostkowski, P., Thorne, R. J., Colón, J., Ponsá, S., Al-Mansour, F., Anguilano, L., Krzyżyńska, R., López, I. C., A.Vlasopoulos, & Spencer, N. (2017). *Municipal Solid Waste Management and Waste-To-Energy in The Context of a Circular Economy and Energy Recycling in Europe*. *Energy*, 141, 2013–2044. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.128>
- Mikhno, I., Koval, V., Shvets, G., Garmatiuk, O., & Tamošiūnienė, R. (2021). *Green Economy In Sustainable Development and Improvement of Resource Efficiency*. *Central European Business Review*, 10(1), 99–113. <https://doi.org/10.18267/j.cebr.252>
- Muhammad, R. (2024). *FullBook Pembangkit Energi Listrik- Instalasi dan Prinsip Kerja_compressed*.

- Muthmainnah, L., Mustansyir, R., & Tjahyadi, S. (2020). Meninjau Ulang *Sustainable Development*: Kajian Filosofis Atas Dilema Pengelolaan Lingkungan Hidup di Era *Post Modern*. *Jurnal Filsafat*, 30(1), 23. <https://doi.org/10.22146/jf.49109>
- Nasution, A. M., Ulfa, N., & Harahap, N. (2024). Strategi Perencanaan Pembangunan Berkelanjutan. *Trending: Jurnal Manajemen Dan Ekonomi*, 2(1), 208–216. <https://jurnaluniv45sby.ac.id/index.php/Trending/article/view/1943>
- Nižetić, S., Djilali, N., Papadopoulos, A., & Rodrigues, J. J. P. C. (2019). *Smart Technologies for Promotion of Energy Efficiency, Utilization of Sustainable Resources and Waste Management*. *Journal of Cleaner Production*, 231, 565–591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.397>
- Olawumi, T. O., Chan, D. W. M., Saka, A. B., Ekundayo, D., & Odeh, A. O. (2023). *Are There Any Gains in Green-Tech Adoption? Unearthing The Beneficial Outcomes of Smart-Sustainable Practices in Nigeria and Hong Kong Built Environment*. *Journal of Cleaner Production*, 410(April), 137280. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137280>
- Oyejobi, D. O., Firoozi, A. A., Fernández, D. B., & Avudaiappan, S. (2024). *Integrating Circular Economy Principles Into Concrete Technology: Enhancing Sustainability Through Industrial Waste Utilization*. *Results in Engineering*, 24(July). <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102846>
- radu P, A, B., C, N., S, S., M, P., S, K., AG, M., UR, W., K, R., B, V., & AV., G. (2024). *Bradu P, Biswas A, Nair C, Sreevalsakumar S, Patil M, Recent Advances in Green Technology and Industrial Revolution 4.0 For A Sustainable Future*. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 31(33), 46125. <https://doi.org/doi: 10.1007/s11356-024-34311-9>.

PMID: 35397034; PMCID: PMC8994424.

- Rizqi, M. A., & Himawan, F. I. (2022). Transformasi Digital dan Peningkatan Kapasitas UKM di Majelis Ekonomi dan Kewirausahaan Muhammadiyah. *Journal of Community Service*, 4(1), 14–27.
- Sari, P. N., Ramadhani, F., & Azkha, N. (2020). Analisis Potensi Reduksi Sampah di Kecamatan Banuhampu Kabupaten Agam. *Jurnal Sains Dan Teknologi: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknologi Industri*, 20(2), 116. <https://doi.org/10.36275/stsp.v20i2.257>
- Syamsuddin, N., Nelly, Susanti, Radhiana, Fitriliana, & Marlina. (2024). Strategi Mengintegrasikan Energi Terbarukan, Inovasi Teknologi, dan Konservasi Hutan Sebagai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(3), 9421–9429.

PROFIL PENULIS



Tri Widayati Putri, S.Si., M.Si.

Penulis merupakan sarjana kimia angkatan 2008 dan magister ilmu kimia angkatan 2015 di Universitas Hasanuddin. Semasa mahasiswa penulis aktif dalam organisasi dan merupakan lulusan terbaik Kimia, Universitas Hasanuddin tahun 2017. Saat ini, Penulis berprofesi sebagai Dosen Kimia di Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa.

Selain itu, Penulis juga aktif mengikuti pertemuan ilmiah baik nasional maupun internasional. Penulis telah menerbitkan beberapa jurnal internasional terindeks dan nasional terakreditasi, buku, dan paten. Penulis juga beberapa kali berhasil mendapatkan dana hibah penelitian dan insentif untuk publikasi Internasional. Penulis juga aktif dalam beberapa kegiatan pengabdian kepada masyarakat dan mendapatkan pendanaan PKM. Saat ini, Penulis sedang menempuh pendidikan S3 Ilmu Kimia di Universitas Hasanuddin melalui Beasiswa Pendidikan Indonesia 2023.

BAB 13

KIMIA DALAM PENGELOLAAN LIMBAH

Sapril Kartini
Universitas Mandala Waluya, Kendari
E-mail: kartiniapril62@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah merupakan masalah universal yang tidak hanya terkait dengan individu dan rumah tangga secara lebih luas, tetapi juga memengaruhi kesejahteraan manusia dan kemakmuran lingkungan (Hassan & Kunci, 2022). Peradaban manusia mengalami perkembangan yang sangat pesat yang ditandai oleh tingkat kemajuan dalam teknologi dan ilmu pengetahuan, seiring dengan perkembangan keduanya, aktivitas manusia menjadi lebih banyak. Dampak peradaban manusia terhadap lingkungan telah menjadi salah satu masalah lingkungan paling mendasar yang dihadapi, khususnya limbah, dimana peningkatan jumlah limbah tidak diinginkan di lingkungan. Hal ini dikarenakan limbah tidak memiliki nilai ekonomi (Zafaranlouei *et al.*, 2023). Limbah B-3 adalah limbah yang mengandung bahan racun dan berbahaya (Fadhila & Sahara, 2018). Setiap hari, berbagai sektor seperti manufaktur, pertambangan, dan industri farmasi menghasilkan limbah kimia dalam jumlah besar, seperti Logam berat, pelarut organik, dan bahan radioaktif adalah contoh zat berbahaya yang dapat mencemari tanah, air, dan udara jika dibuang sembarangan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah kimia yang bertanggung jawab dan efisien menjadi sangat penting. Untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, berbagai metode digunakan, seperti pengolahan, daur ulang, dan pembuangan yang aman. Untuk membuat solusi pengelolaan limbah yang

berkelanjutan, penting untuk memahami sifat kimia limbah dan menerapkan teknologi pengolahan terbaru.

Saat ini, industri besar yang memiliki instalasi pengolahan limbah sendiri baru memulai pengolahan limbah dengan kualitas yang baik. Limbah rumah tangga, pertanian, dan laboratorium masih kurang diperhatikan. Sebagian besar, limbah ini langsung dibuang ke lingkungan tanpa proses pengolahan. Hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, yang juga dirasakan oleh lingkungan sekitar (Anggraini *et al.*, 2022)

B. KARAKTERISASI LIMBAH

Beberapa indikator yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat cemaran atau kondisi air limbah yaitu kadar COD, BOD, pH, kandungan logam berat, senyawa organik, senyawa Anorganik dan adanya bakteri *E.coli*. Ketika populasi meningkat, limbah cair domestik akan meningkat. *Biological Oxygen Demands* (BOD) adalah indikator utama tingkat air limbah. BOD didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri selama menstabilkan proses pemisahan bahan organik dalam suasana anaerob. Semakin besar angka indeks BOD suatu perairan, semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi (Ritonga *et al.*, 2021) BOD tinggi dalam air limbah dapat menyebabkan kondisi anaerobik dan penipisan oksigen. Ini karena jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mengubah bahan organik dalam kondisi aerobik.. Selain itu, BOD yang tinggi tidak dapat mendukung kehidupan makhluk hidup yang membutuhkan oksigen (Astuti & Rosemalia, 2022).

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis dan organik yang ada di dalam air secara kimiawi (Ritonga *et al.*, 2021), zat-zat anorganik dan organik, hal ini dikarenakan bahan organik, baik yang mudah urai, kompleks dan sulit urai akan

yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah, seperti penggunaan mikroorganisme dan katalis untuk biodegradasi limbah organik. Dengan demikian, ilmu kimia menjadi fondasi penting dalam upaya mengatasi masalah limbah dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. (2020). Penentuan Nilai BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Quimica: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 2(1), 14–22. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>
- Anggraini, N., Agustina, T. E., & Hadiah, F. (2022). Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 345–355. <https://doi.org/10.14710/jil.20.2.345-355>
- Anugroho, F., Kurniati, E., & Effendi, B. A. P. (2020). Potensi Fitoremediasi Tanah Tercemar Timbal (Pb) Dengan Penambahan EDTA Menggunakan Rumput Raja (*Pennisetum purpureoides*). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2020.007.01.1>
- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 15(1), 59–72. <https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.299>
- Dameanti, F. N. A., Akramsyah S, M. A., Hasan, C. S. Y., Amanda, J. T., & Sutrisno, R. (2022). Analisis Kualitas Air Limbah Peternakan Sapi Perah Berdasarkan Nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Ph dan *Escherichia Coli* di Kabupaten

- Kediri. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 23(1), 71–79.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2022.023.01.9>
- Fadhila, R., & Sahara, I. (2018). Pengolahan Limbah Laboratorium Kimia Dengan. 5(1), 72–81.
- Frtr gov. (2020). *Solidification and stabilization*. 17.
<https://frtr.gov/matrix/Solidification-and-Stabilization/>
- Hassan, S., & Kunci, K. (2022). Lingkungan Dunia Saat Ini Manajemen : Tinjauan Singkat. 17(1).
- Icih, S. (2019). Tata-Tata Cara Pengelolaan Limbah Padat B3 Medis di Fasyankes. Pelatihan Pengelolaan Limbah Medis Fasyankes Upelkes Dinkes Provinsi Jawa Barat, September, 1–60.
- Jafarnejad, S. (2017). *Treatment of Oily Wastewater. In Petroleum Waste Treatment and Pollution Control*.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809243-9.00006-7>
- Kasifya, E., Triwuri, N. A., & Fadlilah, I. (2023). Desalinasi Air Payau Dengan Metode Adsorpsi-Filtrasi Berbasis Material Spirulina Sp, Zeolit Komersial, Dan Karbon Aktif Komersial. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(3), 738. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v11i3.69118>
- Kimia, O., & Situ, I. (2021). Panduan Komunitas untuk Oksidasi Kimia In Situ.
- Murdini, L. A., & Al-laitsi, M. (2024). *Microbiology of Industrial , Textile , Domestic and Fish Liquid Waste Treatment (Literature Review)*. 2(1), 50–60.
<https://doi.org/10.62885/agrosci.v2i1.453>
- Okvitasari, A. R. (2023). Aplikasi Ca(OH)_2 Untuk Limbah Kegiatan Pickling dengan Metode Netralisasi dan Presipitasi. *Techno Bahari*, 9(2), 61–64.
<https://doi.org/10.52234/tb.v9i2.220>
- Purwanti, E., Ramdani, D., Rahmadewi, R., Nugraha, B., Efelina, V., & Dampang, S. (2021). Sosialisasi Manfaat

- Karbon Aktif Sebagai Media Filtrasi Air Guna Meningkatkan Kesadaran Akan Pentingnya Air Bersih di SMK Pgri Cikampek. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 381. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i2.4389>
- Revansyah, M. A., Men, L. K., Setianto, S., F, F., Safriani, L., & Aprilia, A. (2023). Analisis Tds, Ph, Dan Cod Untuk Mengetahui Kualitas Air Di Desa Cilayung. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 12(02), 43. <https://doi.org/10.24198/jme.v12i02.41305>
- Ritonga, A. M., Masrukhi, M., & Safi'i, A. I. (2021). Karakterisasi Biogas Hasil Pemurnian dengan Down-Up Purifier Termomodifikasi. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(1), 171. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.01.19>
- Robiah, R., Melani, A., & Rifdah, R. (2022). a Adsorpsi Asam Lemak Bebas *Pretreatment* CPO Menggunakan Zeolit Alam Proses Kontinyu. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 13(02), 110–114. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i02.175>
- Tamoor, M., Samak, N. A., Jia, Y., Mushtaq, M. U., Sher, H., Bibi, M., & Xing, J. (2021). *Potential Use of Microbial Enzymes for the Conversion of Plastic Waste Into Value-Added Products: A Viable Solution. Frontiers in Microbiology*, 12(November), 1–22. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.777727>
- Tanah, A., Reaksi, O., Siegrist, R. L., Colorado, P., Michael, A., West, R., & Ridge, O. (2000). Remediasi Air tanah.
- Tulzuhrah, F., Rafi'i, A., Eryati, R., Manajemen, M. J., Perairan, S., Pengajar, S., & Manajemen, J. (2022). Kandungan Logam Berat Pada Badan Air Dan Sedimen di Sungai Belayan Kabupaten Kutai Kartanegara *Heavy Metal Content in Water and Sediment Bodies in the Belayan River, Kutai Kartanegara Regency Article Info Abstract. Tropical Aquatic Sciences*, 1(1), 31–38.

Utomo, A. A. (2018). *Fitoremediasi Tanah Tercemar Kromium (Cr) Menggunakan Campuran Tumbuhan*.

Zafaranlouei, N., Ghoushchi, S. J., & Haseli, G. (2023). *Assessment of sustainable waste management alternatives using the extensions of the base criterion method and combined compromise solution based on the fuzzy Z-numbers. Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 62121–62136. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26380-z>

PROFIL PENULIS



Sapril Kartini, S.Pd., M.Si.

Penulis lahir di Tampunalele, 24 April 1991. Penulis menempuh pendidikan jenjang S1 pada Program Studi S1 Pendidikan Kimia, Universitas Halu Oleo, Kendari pada tahun 2010 dan lulus tahun 2015. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan S2 pada Program Studi S2 Magister Kimia Konsentrasi Kimia Hayati di Universitas Halu Oleo, Kendari pada tahun 2015 dan lulus 2018. Saat ini Penulis mengajar di Program Studi D-IV Laboratorium Medis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Mandala Waluya di Kendari. Penulis mengampu mata kuliah Kimia Analitik, Toksikologi, Media & Reagensia dan Analisis Makanan & Minuman.

BAB 14

PERAN PENDIDIKAN DAN KESADARAN LINGKUNGAN

Dola Suciana
Universitas Terbuka, Tangerang Selatan
E-mail: dola.suciana@ecampus.ut.ac.id

A. PENDAHULUAN

Pendidikan dan kesadaran lingkungan memegang peranan penting dalam menjaga kelestarian bumi sebagai rumah bagi seluruh makhluk hidup. Dalam era modern yang ditandai dengan kemajuan teknologi dan urbanisasi pesat, tantangan lingkungan semakin kompleks. Mulai dari polusi udara, pencemaran air, perubahan iklim, hingga kerusakan ekosistem, semuanya merupakan dampak dari aktivitas manusia yang kurang memperhatikan keseimbangan lingkungan. Di sinilah peran pendidikan dan kesadaran lingkungan menjadi krusial sebagai upaya jangka panjang untuk mengatasi dan memitigasi krisis yang ada.

Pendidikan lingkungan tidak hanya bertujuan untuk memberikan informasi, tetapi juga membentuk pola pikir dan sikap yang proaktif terhadap keberlanjutan. Dengan memahami konsep-konsep seperti daur ulang, efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan konservasi sumber daya alam, masyarakat dapat mengambil tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, kesadaran lingkungan yang ditanamkan sejak usia dini mampu menciptakan generasi yang lebih peduli terhadap alam, memastikan warisan bumi yang lebih sehat bagi generasi mendatang.

Kesadaran lingkungan juga berkaitan erat dengan tanggung jawab moral dan sosial. Setiap individu memiliki peran dalam

menjaga keseimbangan ekosistem, baik melalui pengelolaan limbah yang bijak, penanaman pohon, maupun berpartisipasi dalam program lingkungan di komunitas. Tanpa adanya kesadaran ini, langkah-langkah global untuk mengurangi dampak perubahan iklim dan menjaga biodiversitas akan sulit tercapai.

Melalui kolaborasi pendidikan formal dan nonformal, ditambah dukungan kebijakan yang ramah lingkungan, masyarakat dapat diarahkan untuk lebih peduli terhadap keberlanjutan planet ini. Dengan demikian, pendidikan dan kesadaran lingkungan tidak hanya menjadi solusi atas krisis ekologi, tetapi juga fondasi bagi pembangunan yang berkelanjutan dan berkeadilan.

B. PENDIDIKAN SEBAGAI PILAR PENYELAMAT LINGKUNGAN

Lingkungan hidup merupakan suatu warisan paling berharga yang menopang keberlangsungan kehidupan manusia di muka bumi. Akan tetapi dalam beberapa dekade terakhir, kerusakan lingkungan menjadi semakin mengkhawatirkan, hal tersebut karena dilakukannya eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan, tingginya tingkat polusi, serta dampak perubahan iklim yang semakin nyata. Di tengah urgensi untuk mengatasi krisis lingkungan yang terjadi ini, pendidikan menjadi salah satu pilar strategis dalam menyelamatkan lingkungan. Melalui pendidikan, seorang tidak hanya dibekali dengan pengetahuan mendalam tentang pentingnya menjaga alam, akan tetapi juga pendidikan juga membekali seseorang dengan keterampilan praktis dan nilai-nilai keberlanjutan yang mendorong mereka untuk lebih bertanggung jawab dan proaktif dalam melindungi planet ini.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Gambar 14.1, Indonesia berada pada rangking pertama, sebagai negara yang

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas. (n.d.). *Sustainable Development Goals*. Retrieved November 20, 2024, from <https://sdgs.bappenas.go.id/>
- Imran, M., Almusharraf, N., & Abdellatif, M. S. (2024). *Education for a Sustainable Future: The Impact of Environmental Education on Shaping Sustainable Values and Attitudes among Students*. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 14(6), 155–171. <https://doi.org/10.3991/ijep.v14i6.48659>
- J. Suresh Kumar, & D. Shobana. (2024). *A study on Green Education in India: A Pathway to Sustainable Development*. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 22(3), 1747–1758. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.3.1911>
- Laila, D. A., & Salahudin, S. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Indonesia melalui Pendidikan Nonformal: Sebuah Kajian Pustaka. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 9(2), 100–112. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v9i2.44064>
- M, M. L. (2024). *Environmental Education and Skilling the Students for Future*. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(3), 162–164. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0324.0605>
- Mashaza, L. G., Bhalalusesa, E., & Nzima, I. (2024). *Exploring the Constraints and Mitigation Measures in the Teaching and Learning of Environmental Education in Selected Teachers' Colleges in Tanzania*. *Papers in Education and Development*, 42(1), 102–122. <https://doi.org/10.56279/ped.v42i1.6>
- Masruroh, F. (2020). Praktek Pendidikan Jarak Jauh di Universitas Terbuka Indonesia. *Edutech*, 19(2), 200–213. <https://doi.org/10.17509/e.v1i2.24179>
- Munawar, S., Heryanti, E., & Miarsyah, M. (2019). Hubungan Pengetahuan Lingkungan Hidup Dengan Kesadaran

- Lingkungan Pada Siswa Sekolah Adiwiyata. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 22–29. <https://doi.org/10.24929/lensa.v1i1.58>
- Priyadarshi, R. (2024). *Importance of Education for Sustainable Development in Samastipur District of Bihar, India. International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(4). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i04.25314>
- Puspito, G. W., Swandari, T., & Rokhman, M. (2021). Manajemen Strategi Pengembangan Pendidikan Non Formal. *Chalim Journal of Teaching and Learning*, 1(1 SE-Articles), 85–98. <https://doi.org/10.31538/cjotl.v1i1.88>
- Rahayu, A., & Yulianto, E. (2018). Penanaman Sikap Pro-Lingkungan Melalui Pengembangan Desa Wisata “Kampoeng Kalen” di Dusun Danen. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 06(2), 1–12.
- Tareze, M., Indri Astuti, & Afandi. (2022). Model Pembelajaran Kolaborasi SDGs dalam Pendidikan Formal Sebagai Pengenalan Isu Global Untuk Meningkatkan Kesadaran Sosial Peserta Didik. *Visipena*, 13(1), 42–53. <https://doi.org/10.46244/visipena.v13i1.1978>
- Wattimena, J., Sahertian, N. L., & Revallo, N. J. (2022). Peran Keluarga dalam Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan bagi Anak Remaja. *Prosiding Pelita Bangsa*, 1(2), 122. <https://doi.org/10.30995/ppb.v1i2.510>.

PROFIL PENULIS



Dola Suciana, M.Pd.

Penulis lahir di sebuah desa kecil di Sumatera Barat pada tanggal 23 Juni 1997. Penulis merupakan seorang dosen muda Pada Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Terbuka. Penulis menyelesaikan pendidikan jenjang Sarjana pada tahun 2019 dan magister pada tahun 2022 di Universitas Negeri Padang. Sebagai seorang akademisi, penulis berkomitmen untuk

mendukung pengembangan pendidikan berbasis teknologi, khususnya dalam pembelajaran jarak jauh. Dalam bidang pendidikan, Penulis berfokus pada pengembangan metode serta media pembelajaran yang efektif dan relevan bagi mahasiswa. Selain itu, Penulis juga berminat untuk menggali lebih lanjut tentang pengembangan pendidikan berbasis keberlanjutan. Melalui penulisan peran pendidikan dan kesadaran lingkungan, Penulis ingin mengeksplorasi pentingnya pendidikan dalam membangun kesadaran lingkungan, serta bagaimana institusi pendidikan dapat menjadi agen perubahan dalam menghadapi tantangan global. Penulis percaya bahwa pendidikan yang baik tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga membantu seorang individu memahami peran mereka dalam masyarakat, khususnya dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup.

BAB 15

PENELITIAN TERKINI

DALAM KIMIA DAN EKOSISTEM

Lintang Alivia Anggerta
Politeknik Negeri Malang
E-mail: lintang.alivia@polinema.ac.id

A. PENDAHULUAN

Kimia dan ekosistem merupakan suatu bidang yang kini marak dijadikan pembahasan karena kebermanfaatan serta berbagai permasalahannya yang ditimbulkan atas manfaat yang dihasilkan tersebut dalam kehidupan manusia. Bidang kimia kini banyak ditekuni dan dijadikan penelitian salah satunya untuk menghasilkan inovasi-inovasi yang dapat digunakan untuk mengatasi beberapa isu-isu yang kini tengah dihadapi di dunia terutama isu terkait permasalahan lingkungan.

Beberapa isu lingkungan hidup terkait gangguan pada ekosistem baik di wilayah daratan maupun perairan kini banyak menjadi sorotan di dunia. Salah satu isu yang banyak disoroti diantaranya adalah *global warming*, dimana permasalahan ini akan menjadi pemicu berbagai permasalahan yang lain seperti perubahan iklim, pencemaran udara, krisis air, hingga terjadinya kehilangan keanekaragaman hayati yang tentunya akan mengancam stabilitas ekosistem dan kesejahteraan manusia. Selain itu, isu lainnya yang juga disoroti kini adalah hasil inovasi-inovasi yang dilakukan oleh manusia dalam segala bidang terutama dalam bidang kimia. Banyaknya produk-produk baru yang dihasilkan dari proses kimia yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia sering kali menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya industri-industri kimia yang kini banyak didirikan di

berbagai kota di tiap negara bahkan Indonesia khususnya. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan baik oleh perorangan maupun industri-industri yang ada menyebabkan adanya kemungkinan terjadinya pencemaran lingkungan akibat produk-produk kimia tersebut.

Permasalahan-permasalahan tersebut perlu diatasi dengan cara dilakukannya mitigasi untuk mencegah kemungkinan terjadinya permasalahan yang lebih banyak ke depannya. Sehingga banyaknya permasalahan yang terjadi saat ini juga turut mengambil andil dalam tumbuhnya kesadaran manusia untuk menjaga lingkungan sekitar demi keberlangsungan hidupnya. Pada era ini setiap orang kini semakin peduli dengan keseimbangan, stabilitas dan produktivitas lingkungan hidup. Hal ini dikarenakan setiap makhluk hidup termasuk manusia sangat bergantung terhadap semua unsur penyusun ekosistem di bumi ini. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya penelitian telah dilakukan yang berfokus pada *Green Chemistry* (Ahmar, D S. 2024). *Green chemistry* dijadikan salah satu fokus utama dalam beberapa penelitian sebagai salah satu cara untuk meminimalkan penggunaan bahan berbahaya serta pengurangan dampak lingkungan yang lainnya. Fokus penelitian dalam hal ini menjadikan suatu bukti bahwa kini setiap orang ikut andil dalam menjaga keberlanjutan semua unsur penyusun ekosistem di bumi ini. Kita sebagai manusia harus turut ikut serta dalam menjaga keberlanjutan lingkungan ataupun ekosistem di bumi ini. Hal ini dapat dilakukan dengan cara memperbaharui pengetahuan yang kita miliki terkait penelitian-penelitian yang sudah ada terutama terkait dengan bidang kimia dan ekosistem dengan harapan bahwa ilmu pengetahuan tentang penelitian terkini yang membahas isu-isu permasalahan lingkungan dapat digunakan sebagai bekal untuk ikut melestarikan lingkungan ataupun turut mengatasi permasalahan yang saat ini sedang terjadi di bumi ini. Oleh karena itu, pada bab ini akan dibahas

mendeteksi polutan dan menganalisis dampaknya terhadap lingkungan, mengembangkan Solusi dengan menciptakan teknologi dan strategi untuk mengatasi masalah lingkungan, mengelola sumber daya alam dengan cara mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan serta melindungi keanekaragaman hayati. Dengan kata lain, penelitian kimia dan ekosistem adalah kunci untuk membangun masa depan yang lebih berkelanjutan bagi planet kita.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas-Ordoo, Z., Mobinikhaledi, A., & Bodaghifard, M. A. (2024). *Cu immobilized on MgZnFe₂O₄ nanoparticles as a green catalyst in the synthesis of mono and bis-polyhydroquinolines*. *Heliyon*, 10(17). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37151>
- Acet, Ö., Kirsanov, P., Önal Acet, B., Halets-Bui, I., Shcharbin, D., Ceylan Cömert, Ş., & Odabaşı, M. (2024). *Synthesis, characterization and anticancer effect of doxorubicin-loaded dual stimuli-responsive smart nanopolymers*. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 15, 1189–1196. <https://doi.org/10.3762/bjnano.15.96>
- Başar, C. A., Korkmaz, A. A., Önal, Y., & Utku, T. (2022). *Evaluation of optimum carbonization conditions of the blended domestic polymeric waste, biomass and lignite in the presence of catalyst by Taguchi and ANOVA optimization analysis*. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100164>
- Biswas, R., Alam, M., Sarkar, A., Haque, M. I., Hasan, M. M., & Hoque, M. (2022). *Application of nanotechnology in food: processing, preservation, packaging and safety assessment*. *Dalam Heliyon* (Vol. 8, Nomor 11). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11795>
- Cormos, C.-C. (2024). *Decarbonized green hydrogen*

- production by sorption-enhanced biomass gasification: An integrated techno-economic and environmental evaluation. International Journal of Hydrogen Energy*, 95, 592–603. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.11.281>
- Fattah, I. M. R., Alom, J., Zaman, J. U., Ban, S., Veza, I., Kalam, M. A., Hessel, V., & Ahmed, M. B. (2025). *Hydrogel-derived materials for microbial fuel cell. Dalam Journal of Power Sources* (Vol. 625). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2024.235688>
- Fattah-alhosseini, A., Chaharmahali, R., Alizad, S., Kaseem, M., & Dikici, B. (2024). *A review of smart polymeric materials: Recent developments and prospects for medicine applications. Hybrid Advances*, 5, 100178. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2024.100178>
- Gan, Y. (2024). *Research on the Innovative Development of New Materials Science and Technology in China. Dalam Engineering* (Vol. 32, hlm. 10–13). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2023.03.022>
- Hasan, K. M. F., Bai, S., Chen, S., Lin, K., Ahmed, T., Chen, J., Pan, A., Zhu, Y., Ki Lin, C. S., & Tso, C. Y. (2024). *Nanotechnology-empowered radiative cooling and warming textiles. Dalam Cell Reports Physical Science*. Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.xcrp.2024.102108>
- Jia, Y., & Zhang, K. (2024). *A direct one-step synthesis of a smart graphene/silica nanocomposite and its application for improving the acid resistance and corrosion resistance properties of waterborne epoxy coatings. RSC Advances*, 14(17), 11758–11770. <https://doi.org/10.1039/d4ra00522h>
- K B, M., Abu Talip Yusof, N., Sudhakar, K., Zainol, N., Hasan, N., & Abdul Karim, M. S. (2024). *Development of sustainable polymer-based dielectric composites from agricultural waste: A review. Dalam Heliyon* (Vol. 10, Nomor 21). Elsevier Ltd.

- <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39118>
- Khaeso, K., Sukhuna, B., Katekaew, S., Junsiri, C., Monatrakul, W., Srichat, A., Senawong, K., & Laloon, K. (2024). *Sustainable conversion of agricultural waste into solid fuel (Charcoal) via gasification and pyrolysis treatment*. *Energy Conversion and Management*: X, 24. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100693>
- Khan, S. N., & Zhao, M. (2024). *Green solvents assisted de-novo synthesis and defect-engineered UiO-66 for improved CO₂ adsorption and kinetics- experimental and DFT approach*. *Carbon Capture Science and Technology*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.ccst.2024.100335>
- Khursheed Khan, S., Dutta, J., Ahmad, I., & Rather, A. (2024). *Nanotechnology in aquaculture: Transforming the future of food security*. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101974>
- Lang, F., Pang, J., & Bu, X. H. (2024). *Stimuli-responsive coordination polymers toward next-generation smart materials and devices*. Dalam *eScience* (Vol. 4, Nomor 3). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.esci.2024.100231>
- Liandi, A. R., Sari, R. W., Wendari, T. P., Imelda, Febriantini, D., & Insani, A. (2024). *Hydroxyapatite/PCL/Fe₃O₄ waste-based composite: An efficient green catalyst for spirooxindole-chromene synthesis under ultrasonic irradiation*. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100892>
- Lima, D. A. R., Alves, E. C., & dos Anjos, J. P. (2024). *Greener method proposal for the determination of phenolic compounds and coumarins in aged sugarcane spirits using green bio-based solvents in HPLC-DAD-FLD system*. *Green Analytical Chemistry*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2024.100138>

- Ma, R., Mu, Q., Xi, Y., Liu, G., & Liu, C. (2024). *Nanotechnology for tau pathology in Alzheimer's disease. Dalam Materials Today Bio* (Vol. 27). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2024.101145>
- Madesh, S., Gopi, S., Sau, A., Rajagopal, R., Namasivayam, S. K. R., & Arockiaraj, J. (2024). *Chemical Contaminants and environmental stressors induced teratogenic effect in aquatic ecosystem - A Comprehensive Review. Toxicology Reports*, 101819. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2024.101819>
- Márquez, P. G., Wolman, F. J., & Glisoni, R. J. (2024). *Nanotechnology platforms for antigen and immunostimulant delivery in vaccine formulations. Nano Trends*, 8, 100058. <https://doi.org/10.1016/j.nwnano.2024.100058>
- Monteiro, S. A., Scheid, C., Machado, C. S., & Merib, J. (2024). *A high-throughput sample preparation approach for the determination of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in urine samples through membrane-based microextraction employing a green supramolecular solvent. Green Analytical Chemistry*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.greeac.2024.100142>
- Nadia, A., Cahyana, A. H., Annas, D., Madiabu, M. J., & Ardiansah, B. (2024). *Green catalyst of cobalt ferrite magnetic nanoparticles using petai peel extract for the synthesis of thiazolidinedione-based chalcone 4H-thiopyran as an antioxidant. RSC Advances*, 14(34), 24384–24397. <https://doi.org/10.1039/d4ra03077j>
- Otitoju, T. A., Kim, C. H., Ryu, M., Park, J., Kim, T. K., Yoo, Y., Park, H., Lee, J. H., & Cho, Y. H. (2024). *Exploring green solvents for the sustainable fabrication of bio-based polylactic acid membranes using nonsolvent-induced phase separation. Journal of Cleaner Production*, 467.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142905>
- Qindeel, M., Irfan, M., Ullah, S., Fathi-karkan, S., Kharaba, Z., Rahdar, A., Aliahmad, M., & Aboudzadeh, M. A. (2024). *Nanotechnology in glioblastoma therapy: Advances in drug delivery systems and diagnostic approaches. Dalam Journal of Drug Delivery Science and Technology* (Vol. 102). Editions de Sante. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2024.106322>
- Rezaie, M., Dinari, M., & Najafi Chermahini, A. (2024). *Green heterogeneous catalyst based on cross-linked carrageenans for direct conversion of fructose to ethyl levulinate. Heliyon*, 10(19). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38393>
- Salgado Bernal, I., Sivalingam, P., Martínez Sardiña, A., Manduca Artiles, M., Carballo Valdés, M. E., & Poté, J. (2024). *Chemical characteristics with attention on toxic metals content in sediments of the urban tropical ecosystem Río Almendares, Havana, Cuba: Pollution risk assessment. Journal of South American Earth Sciences*, 133. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104691>
- Schuijt, L. M., Peng, F. J., van den Berg, S. J. P., Dingemans, M. M. L., & Van den Brink, P. J. (2021). *(Eco) toxicological tests for assessing impacts of chemical stress to aquatic ecosystems: Facts, challenges, and future. Dalam Science of the Total Environment* (Vol. 795). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148776>
- Tang, B., Xiong, Z., Zhou, Z., Lu, D., Sun, Y., Ding, P., Wang, C., & Yan, J. (2024). *Transforming agricultural straw waste into functional nanofibers via electrospinning: A sustainable approach.* <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101490>
- Tayebi-Khorrami, V., Rahmanian-Devin, P., Fadaei, M. R., Movaffagh, J., & Askari, V. R. (2024). *Advanced*

- applications of smart electrospun nanofibers in cancer therapy: With insight into material capabilities and electrospinning parameters. Dalam International Journal of Pharmaceutics: X* (Vol. 8). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijpx.2024.100265>
- Tumwesigye, E., Felicitas Nnadozie, C., C Akamagwuna, F., Siwe Noundou, X., William Nyakairu, G., & Odume, O. N. (2023). *Microplastics as vectors of chemical contaminants and biological agents in freshwater ecosystems: Current knowledge status and future perspectives. Dalam Environmental Pollution* (Vol. 330). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121829>
- Weitere, M., Altenburger, R., Anlanger, C., Baborowski, M., Bärlund, I., Beckers, L. M., Borchardt, D., Brack, W., Brase, L., Busch, W., Chatzinotas, A., Deutschmann, B., Eligehausen, J., Frank, K., Graeber, D., Griebler, C., Hagemann, J., Herzsprung, P., Hollert, H., ... Brauns, M. (2021). *Disentangling multiple chemical and non-chemical stressors in a lotic ecosystem using a longitudinal approach. Science of the Total Environment*, 769. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144324>
- Xi, G., Sheng, L., & Zhang, S. X. A. (2024). *Smart materials for light absorptive rewritable paper: Chromic mechanisms and structural design. Dalam Materials Science and Engineering R: Reports* (Vol. 158). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2024.100774>
- Zahan, I., Nasrin, R., & Jakia, N. J. (2024). *Melting and heat management of phase change material using smart ternary-hybrid coolant. Heliyon*, 10(15). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34839>
- Zhang, X.-H., Li, M.-X., Li, S.-Y., Su, J., Wei, L.-Y., Yuan, Y.-T., Shu, P.-H., & Tang, K. (2024). *A green deep eutectic solvent-based aqueous two-phase system combined with*

chemometrics for avonoids extracting and detecting in honey. <https://doi.org/10.1016/j.ochx.2024.101932>

PROFIL PENULIS



Dr. Lintang Alivia Anggerta, S.T., M.T.

Penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Magister Teknik (M.T.) dan Doktor (Dr.) dari Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Penulis bergabung dengan Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang sebagai dosen dengan topik penelitian yang didalami yaitu sintesis katalitik, sintesis partikel, kesetimbangan uap cair, biomassa dan konversi energi. Penulis juga memiliki pengalaman mengampu mata kuliah Perpindahan Panas, Teknik Reaksi Kimia, Perancangan Proses, Pengendalian Proses, dan Operasi Teknik Kimia I. Berikut ini adalah beberapa artikel yang pernah dipublikasikan: *Catalytic synthesis of diethyl carbonate via one-pot reaction from carbon dioxide, ethanol, and epoxide. IOP Conference Series: Material Science and Engineering*. (2019); Pengaruh Suhu Reaksi pada Sintesis Katalitik Dietil Karbonat Melalui Reaksi Langsung. Prosiding Seminar Nasional Soebardjo Brotoharjono XVII. UPN Veteran Jawa Timur. (2021); *Thermodynamics and Kinetics Study of Diethyl Carbonate (DEC) Synthesis from CO₂, Ethanol, and Epoxides with Various Catalyst. IOP Conference Series: Material Science and Engineering*. (2021); *Catalytic Synthesis of Diethyl Carbonate from Carbon Dioxide using Catalyst KI/EtONa with Propylene Oxide as Dehydration Agent and Process Optimization Based on Box-Behnken Design. International Journal of Technology*. Universitas Indonesia. (2023), dan lain-lain. Publikasi lengkap penulis dapat dilihat pada Google Scholar pada link berikut ini: <https://scholar.google.com/citations?user=84kDEBUAAAAJ&hl=id>

BAB 16

MASA DEPAN KIMIA DAN EKOSISTEM

Zimon Pereiz
Universitas Palangka Raya, Palangka Raya
E-mail: zimonpereiz@mipa.upr.ac.id

A. PENDAHULUAN

Ilmu kimia sangat memengaruhi kehidupan manusia secara signifikan. Melalui kemajuan dalam bidang teknologi dan inovasi berbasis kimia, berbagai kebutuhan dasar manusia seperti makanan, obat-obatan, energi, dan material kontemporer dapat dipenuhi dengan baik. Namun efek negatif dari pengembangan dalam bidang kimia, seperti pencemaran lingkungan dan kerusakan ekosistem, telah menimbulkan masalah di seluruh dunia yang membutuhkan solusi berkelanjutan. Ilmu kimia dapat menghasilkan material baru dan mendukung berbagai teknologi, kimia juga memainkan peran yang sangat penting dalam membangun dunia modern. Namun, ilmu kimia harus berubah menuju keberlanjutan untuk mengatasi masalah lingkungan yang semakin kompleks, seperti polusi, perubahan iklim, dan penurunan keanekaragaman hayati. Inovasi yang mempertahankan keseimbangan alam tanpa mengorbankan kemajuan teknologi sangat penting untuk masa depan kimia dan ekosistem. Dalam artikel ini, kami akan berbicara tentang bagaimana masa depan kimia dapat berjalan sejalan dengan alam, dengan fokus pada inovasi, keberlanjutan, dan kerja sama antar disiplin untuk melindungi ekosistem kita (Mulatsari *et al.*, 2021).

B. KIMIA HIJAU SEBAGAI SOLUSI BERKELANJUTAN

Kimia hijau atau yang biasa dikenal dengan istilah "*Green Chemistry*", berfokus pada proses dan produk yang ramah lingkungan akan menjadi landasan utama di masa depan. Dengan prinsip seperti mengurangi limbah, menggunakan bahan baku terbarukan, dan mengurangi penggunaan bahan beracun, kimia hijau memungkinkan dalam pengembangan teknologi yang lebih aman bagi lingkungan. Industri kimia pada masa depan diprediksi akan lebih mengadopsi pendekatan ini, baik dalam hal pembuatan plastik *biodegradable*, pengolahan limbah, hingga pengembangan energi yang bersih. Misalnya, inovasi dalam katalis berbasis enzim dapat meningkatkan efisiensi produksi kimia tanpa menimbulkan polusi yang berarti (Fauzi *et al.*, 2022).

Kimia hijau merupakan sebuah pendekatan yang menekankan proses dan produk ramah lingkungan. Hal ini menggunakan prinsip-prinsip seperti pemanfaatan energi efisien, penggunaan bahan baku yang terbarukan dan pengurangan limbah yang berbahaya. Dengan demikian akan membangun fondasi untuk masa depan yang lebih berkelanjutan. Industri kimia akan semakin mengadopsi inovasi berbasis kimia yang ramah lingkungan, seperti bahan bakar bio, plastik *biodegradable*, dan katalis berbasis enzim. Pengadopsian ini tidak hanya akan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkannya terhadap lingkungan, tetapi juga akan membuka peluang ekonomi baru di sektor ini (Sholichin, 2021).

Kemajuan kimia kontemporer telah memungkinkan manusia untuk menghasilkan berbagai inovasi yang mengubah kehidupan, seperti teknologi energi, obat-obatan, dan material canggih. Namun, konsekuensi dari proses kimia konvensional, seperti limbah beracun, emisi gas rumah kaca, dan pencemaran, telah membuat kebutuhan akan metode yang lebih ramah

penting. Ini dapat dicapai melalui pendekatan kreatif, kebijakan yang mendukung, dan kerja sama global. Untuk meningkatkan dunia untuk generasi mendatang, masa depan ini adalah keharusan dan kemungkinan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuchecaria, N., Oksal, E., Sri Martani, N., Kartika Komara, N., & Pereiz, Z. (2024). Skrining Fitokimia Dan Uji Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Hanjuang Merah (*Cordyline Fruticose*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Jurnal Insan Farmasi Indonesia, 7(1), 86–94. <https://doi.org/10.36387/jifi.v7i1.1683>
- Fauzi, M., Hastiani, L. M., Suhada, A. Q. R., & Hernahadini, N. (2022). *The effect of magotsuka kasgot (former maggots) fertilizer on height, number of leaves, leaf surface area, and wet weight of green mustard plants (Brassica rapa var. Parachinensia)*. Journal of Agricultural Science, 20(1), 20–30. <http://dx.doi.org/10.32528/agritrop.v20i1.7324>
- Hananingtyas, I. (2017). Bahaya Kontaminasi Logam Berat Merkuri (Hg) dalam Ikan Laut. Jurnal Teknik Lingkungan, 2(2), 38–45.
- Hasan, H. (2023). Peran Kimia Lingkungan dalam Konservasi Sumber Daya Alam. Jurnal Ilmiah Multidisiplin Amsir, 2(1), 243–248.
- Irawan, C., Ardiansyah, A., & Hanan, N. (2014). Potensi Hayati Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) dalam Proses Adsorpsi Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Tss Dan Cod Pada Limbah Cair Pertambangan Emas. Konversi, 3(1), 17. <https://doi.org/10.20527/k.v3i1.133>
- Kamarati, K. F. A., Marlon, I. A., & Sumaryono, M. (2018). Kandungan Logam Berat Besi (Fe), Timbal (Pb) dan Mangan (Mn) pada Air Sungai Santan *Heavy Metal Content Iron (Fe), Lead (Pb) and Manganese (Mn) in The Water of*

- The Santan River*. JURNAL Penelitian Ekosistem Dipterokarpa, 4(1), 49–56.
- Mulatsari, E., Mumpuni, E., Nurhidayati, L., Purwanggana, A., & Pratami, D. K. (2021). Pelatihan Visualisasi Molekul Kimia dengan *Software Chems sketch* Untuk Siswa Tingkat Sekolah Menengah Atas. *Magistrorum et Scholarium: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 102–112. <https://doi.org/10.24246/jms.v2i12021p102-112>
- Nafisah, Z., Rahman, S., Pereiz, Z., & Ratna Kumalasari, M. (2023). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Edukasi Pemanfaatan Limbah Cair Tempe Menjadi Biogas di Desa Habaring Hurung. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*, 5(1), 24–32. <https://doi.org/10.20885/jattec.vol5.iss1.art4>
- Nurlaela Sari, D., Zisca, R., Widyawati, W., Astuti, Y., & Melysa, M. (2023). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pencegahan *Stunting*. *JPKMI (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Indonesia)*, 4(1), 85–94. <https://doi.org/10.36596/jpkmi.v4i1.552>
- Pereiz, Z. (2024). *Analysis of Hexadecyltrimethoxysilane Nanosol Hybrids through optimization of Silica Nanosol Concentration and determining fabric types on Hydrophobicity Analysis of Silica-Hexadecyltrimethoxysilane Nanosol Hybrids through optimization of Silica Nanosol C.* 15(1), 195–210.
- Pereiz, Z., Chuchita, C., Kumalasari, M. R., & Nafisah, Z. (2023). Analisis Aspartam dengan Metode Spektrofotometri *UV-Visible* Serta Optimasi Konsentrasi Ninhidrin dan Aplikasinya Untuk Penentuan Kandungan dalam Minuman Energi Zimon. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 4(4), 508–525.
- Pereiz, Z., Nafisah, Z., Rahman, S., Ratna Kumalasari, M., Studi Kimia, P., Palangka Raya, U., & Studi Farmasi, P. (2023).

- Mengurangi Emisi Gas. *Jurnal Pengabdian Cendikia*, 2(6), 119–126. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8393970>
- Pereiz, Z., Oksal, E., Chuchita, C., Sylvani, M. M., & Kartika, N. (2024). Permen Buah Karamunting : Inovasi Pangan Lokal untuk Penanggulangan Stunting pada Anak (*Karamunting Fruit Candy : Local Food Innovation to Reduce Stunting in Children*). 4(4), 571–577.
- Pereiz, Z., Pebriyanto, Y., Naulita Turnip, O., Maya Sylvani, M., Karelius, K., Putra Ramdhani, E., Chuchita, C., Agnestisia, R., Horale Pasaribu, M., & Prasetya Toepak, E. (2023). *Synthesis of MIL-100(Fe)@Fe₃O₄ from Magnetic Zircon Mining Waste Modified by CTAB for Naphthol Dye in Water Removal*. *BIO Web of Conferences*, 79. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237912005>
- Prabarini, N., & Okayadnya, D. (2014). Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 33–41.
- Priyanto, D. (2009). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Komputer. *Iqra*, 14(1), 1–13.
- Rahmadewi, R., Efelina, V., & Purwanti, E. (2019). Sintesis Nanopartikel Mrgo Untuk Aplikasi Adsorpsi Logam Berat Pada Limbah Cair. *JiTEKH*, 7(2), 29–35.
- Rahmah, A., Pitaloka, A. I., Lugita, F., Tantri, L. F., Ferisa, M. E., Apriliani, S. E., & Khoirunisa, S. N. (2024). Analisis Dampak Pencemaran Kimia Pada Kualitas Air Sungai dan Ekosistem. *Jurnal Majemuk*, 3(2), 219–233. <https://jurnalilmiah.org/journal/index.php/majemuk/article/view/675/491>
- Rey, M. J. (2016). Pengelolaan Sumber Daya Alam Indonesia. *In Kevinhenanta.Wordpress.Com*. <https://kevinhenanta.wordpress.com/2016/03/30/pengelolaan-sumber-daya-alam-indonesia/>

- Sholichin. (2021). Pengolahan Air limbah : Teknologi Pengolahan Air Limbah. In *Jurnal Teknik Pengairan* (Vol. 2).
- Sudarta. (2022). 済無No Title No Title No Title (Vol. 16, Issue 1).
- Sundari, U. Y. (2024). Pedoman Teori Metodologi Penelitian. In *Brigham Young University* (Vol. 1, Issue 69).
- Ummah, M. S. (2019). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_sistem_pembetungan_terpusat_strategi_melestari

PROFIL PENULIS



Zimon Pereiz, S.Si., M.Sc.

Penulis merupakan dosen kimia di Universitas Palangka Raya, dengan bidang keahlian Kimia Fisika. Penulis lahir di kota Surakarta pada 22 Juli 1991 dan dibesarkan di kota D.I. Yogyakarta. Riwayat Pendidikan baik Tingkat S-1 (Angkatan 2009) maupun S-2 (Angkatan 2016) di kampus Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan program studi Kimia. Penulis memiliki judul skripsi “Optimasi Konsentrasi Ninhidrin dalam Analisis Aspartam secara Spektrofotometri UV-Visible dan Aplikasinya untuk Analisis Minuman Energi” dan judul tesis “Adsorben Core Shell Magnetik Fe₃O₄/SiO₂ Termodifikasi CTAB dengan Abu Vulkanik sebagai Sumber Silika untuk Adsorpsi Anion Permanganat”.

KIMIA DAN EKOSISTEM

(Memahami Interaksi Manusia dengan Alam)

Kimia dan ekosistem adalah dua entitas yang saling berinteraksi dan mempengaruhi dalam kehidupan kita sehari-hari. Memahami interaksi antara manusia dan alam melalui lensa kimia adalah langkah penting untuk mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan dan melindungi lingkungan. Pengaruh aktivitas manusia, seperti industri, pertanian, dan penggunaan bahan kimia, sering kali mengubah komposisi alam dan dapat menyebabkan dampak negatif seperti pencemaran, perubahan iklim, dan hilangnya keanekaragaman hayati.

Buku ini memberikan pemahaman untuk dapat merancang solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta mengembangkan kebijakan yang mendukung keberlanjutan lingkungan. Edukasi tentang hubungan antara kimia dan ekosistem tidak hanya memperluas wawasan kita tentang dampak aktivitas manusia, tetapi juga memberikan pengetahuan yang diperlukan untuk menciptakan keseimbangan antara perkembangan teknologi dan pelestarian alam. Buku ini juga menjabarkan penelitian dan inovasi di bidang kimia dapat berkontribusi pada solusi berkelanjutan yang melindungi ekosistem dan mendukung pembangunan yang ramah lingkungan.



FUTURE SCIENCE

Jl. Terusan Surabaya, Gang 1 A No. 71 RT 002 RW 005,
Kel. Sumbarsari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang,
Provinsi Jawa Timur.
Website : www.futuresciencepress.com



IKAPI
IKATAN KEMAHARJITAN INDONESIA

No. 348/JTI/2022

ISBN 978-634-7037-85-5 (PDF)



9

786347

037855