

Editor : Faizatul Fitria, S.Si., M.Si.



FUTURE SCIENCE

DETEKSI DAN TEKNOLOGI DALAM PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR



Penulis :

**Loso Judijanto | Ridwan Adi Surya | Zimon Pereiz | Vicky Prajaputra
Elvinda Bendra Agustina | Fanny Novia | Anugrah Windy Mustikarini
Annisa Yuliana Angeline | Erika Herliana | Meka Saima Perdani
Veza Azteria | Muhammad Taswin Munier | Teguh Endah Saraswati
Patahiruddin | Panji Setya Utama Putra**

INFORMASI SELENGKAPNYA

Silahkan order dan hubungi kami:

Website Future Science:

<https://book.futuresciencepress.com>

Whatsapp:

+62 852-9761-9179

DETEKSI DAN TEKNOLOGI DALAM PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR

Penulis:

Loso Judijanto
Ridwan Adi Surya
Zimon Pereiz
Vicky Prajaputra
Elvinda Bendra Agustina
Fanny Novia
Anugrah Windy Mustikarini
Annisa Yuliana Angeline
Erika Herliana
Meka Saima Perdani
Veza Azteria
Muhammad Taswin Munier
Teguh Endah Saraswati
Patahiruddin
Panji Setya Utama Putra

Editor: Faizatul Fitria, S.Si., M.Si.

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

Tata Letak: Samuel, S.Kom.

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

Halaman: xii, 307

e-ISBN: 978-634-7216-32-8

Terbit Pada: Juni 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. Sumbarsari, Kcc. Lowokwaru, Kota
Malang, Provinsi Jawa Timur.
www.futuresciencepress.com

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
BAB 1 PENGANTAR PENCEMARAN AIR	1
Loso Judijanto.....	1
A. PENDAHULUAN	1
B. PENCEMARAN AIR DARI PERSPEKTIF LINGKUNGAN DAN KESEHATAN	6
C. PENCEMARAN AIR DAN PERAN MASYARAKAT DALAM PENANGGULANGAN	16
D. KESIMPULAN.....	22
BAB 2 SUMBER PENCEMARAN AIR.....	27
Ridwan Adi Surya.....	27
A. PENDAHULUAN	27
B. FAKTOR DAN PENYEBAB TERJADINYA PENCEMARAN AIR	29
C. SUMBER PENCEMAR (POLUTAN).....	33
D. BAHAN PENCEMAR (POLUTAN)	35
E. JENIS-JENIS PENCEMAR.....	39
F. KESIMPULAN.....	41
BAB 3 TEKNOLOGI DETEKSI PENCEMARAN AIR	47
Zimon Pereiz.....	47
A. PENDAHULUAN	47
B. SENSOR KIMIA DAN FISIKA.....	49
C. BIOSENSOR	51

D.	TEKNOLOGI IOT (INTERNET OF THINGS)	52
E.	PENGUNAAN TEKNIK ANALITIK LABORATORIUM	54
F.	TEKNOLOGI BERBASIS REMOTE SENSING	56
G.	ANALISIS DATA BERBASIS AI DAN MACHINE LEARNING	59
H.	KESIMPULAN	61
BAB 4	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI	67
	Vicky Prajaputra	67
A.	PENDAHULUAN	67
B.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI	68
C.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA FISIKA	69
D.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA KIMIA	74
E.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA BIOLOGI	77
F.	KESIMPULAN	80
BAB 5	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PERTANIAN	85
	Elvinda Bendra Agustina	85
A.	PENDAHULUAN	85
B.	KARAKTERISTIK AIR LIMBAH PERTANIAN	86
C.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PERTANIAN	88
D.	KESIMPULAN	99

BAB 6	PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK	103
	Fanny Novia.....	103
A.	PENDAHULUAN	103
B.	SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK	104
C.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK.....	112
D.	KESIMPULAN.....	117
BAB 7	PEMANTAUAN DAN PENGAWASAN PENCEMARAN AIR.....	121
	Anugrah Windy Mustikarini	121
A.	PENDAHULUAN	121
B.	SUMBER PENCEMARAN AIR.....	123
C.	REGULASI PENGELOLAAN PENCEMARAN AIR	124
D.	METODE PEMANTAUAN KUALITAS AIR	127
E.	SISTEM PENGAWASAN PENCEMARAN AIR	135
F.	KESIMPULAN.....	139
BAB 8	TEKNOLOGI BIOREMEDIASI.....	145
	Annisa Yuliana Angeline.....	145
A.	PENDAHULUAN	145
B.	BIOREMEDIASI.....	147
C.	FAKTOR DALAM BIOREMEDIASI	151
D.	KASUS: PENGGUNAAN MIKROORGANISME DALAM REMEDIASI PFAS	152
E.	PENERAPAN TEKNOLOGI DALAM BIOREMEDIASI.....	154
F.	TANTANGAN DAN PELUANG	156
G.	KESIMPULAN.....	157

BAB 9	TEKNOLOGI ADSORPSI DALAM PENGOLAHAN AIR.....	161
	Erika Herliana	161
A.	PENDAHULUAN	161
B.	PRINSIP DASAR ADSORPSI DALAM PENGOLAHAN AIR.....	161
C.	JENIS-JENIS ADSORBEN DAN KARAKTERISTIKNYA	168
D.	KESIMPULAN	175
BAB 10	TEKNOLOGI MEMBRAN DALAM PENGOLAHAN AIR.....	179
	Meka Saima Perdani	179
A.	PENDAHULUAN	179
B.	PRINSIP DAN JENIS TEKNOLOGI MEMBRAN	181
C.	INOVASI MEMBRAN UNTUK PENCEMARAN AIR .	184
D.	APLIKASI PENGOLAHAN AIR TERCEMAR DENGAN MEMBRAN	187
E.	FOULING DAN PENANGANANNYA	189
F.	KESIMPULAN	191
BAB 11	PENDIDIKAN DAN KESADARAN MASYARAKAT..	195
	Veza Azteria.....	195
A.	PENDAHULUAN	195
B.	ETIKA LINGKUNGAN.....	197
C.	PERAN INDIVIDU DAN MASYARAKAT DALAM MENANGANI MASALAH PENCEMARAN AIR	201
D.	PENDIDIKAN LINGKUNGAN UNTUK GENERASI MENDATANG	205
E.	TANTANGAN DAN SOLUSI UNTUK MASA DEPAN	207

F.	KESIMPULAN.....	210
BAB 12	KEBIJAKAN DAN REGULASI PENCEMARAN AIR DI INDONESIA.....	215
	Muhammad Taswin Munier.....	215
A.	PENDAHULUAN	215
B.	KERANGKA HUKUM.....	218
C.	IMPLEMENTASI KEBIJAKAN DAN TANTANGAN PELAKSANAAN.....	224
D.	IMPLIKASI UNTUK KEBERLANJUTAN LINGKUNGAN.....	233
E.	KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	235
BAB 13	INOVASI TERBARU TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR.....	241
	Teguh Endah Saraswati.....	241
A.	PENDAHULUAN	241
B.	TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR	242
C.	TANTANGAN PENGOLAHAN AIR	258
D.	KESIMPULAN.....	263
BAB 14	STUDI KASUS PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR.....	269
	Patahiruddin.....	269
A.	PENDAHULUAN	269
B.	STUDI KASUS DAN UPAYA PENANGGULANGAN.....	272
C.	KESIMPULAN.....	280
BAB 15	MASA DEPAN PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR.....	289
	Panji Setya Utama Putra	289

A. PENDAHULUAN	289
B. NANOTEKNOLOGI PADA PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR	290
C. DETEKSI POLUTAN DENGAN KECERDASAN BUATAN.....	299
D. KESIMPULAN.....	301

BAB 1

PENGANTAR PENCEMARAN AIR

Loso Judijanto
IPOSS, Jakarta
E-mail: losojudijantobumn@gmail.com

A. PENDAHULUAN

Pencemaran air merupakan salah satu tantangan lingkungan yang paling mendesak di abad 21. Fenomena ini terjadi saat zat-zat membahayakan semisal buangan industri, buangan rumah tangga, bahan kimia pertanian, serta mikroorganisme patogen memasuki sumber air serta mengganggu keseimbangan ekosistem serta membahayakan kesehatan manusia. Air yang tercemar tidak hanya mempengaruhi kualitas kehidupan, tetapi juga menimbulkan dampak sosial dan ekonomi signifikan, termasuk hilangnya keanekaragaman hayati dan tingginya biaya perawatan kesehatan akibat penyakit yang ditularkan melalui air (Smith, 2020).

Pencemaran air bukanlah fenomena baru dalam peradaban manusia, tetapi menjadi isu yang lebih mendesak sejak era Revolusi Industri pada abad 18. Periode ini menandai pergeseran besar cara manusia memanfaatkan sumber daya alam. Dengan teknologi dan peningkatan urbanisasi, limbah industri, domestik, dan pertanian mulai disalurkan langsung pada badan air tanpa melewati tahap pengolahan memadai. Sungai pada kawasan industri semisal Sungai Thames di Inggris serta Sungai Cuyahoga di Amerika Serikat menjadi saksi tingkat pencemaran ekstrem saat itu. Kedua sungai ini bahkan tercatat mengalami kebakaran akibat tingginya kandungan bahan kimia inflamabel di dalam air.

Revolusi Industri juga membuka jalan peningkatan penggunaan bahan kimia dalam proses manufaktur seperti pewarna tekstil, logam berat, dan pelarut organik. Bahan ini sering dibuang langsung ke sungai dan danau, menciptakan ancaman serius terhadap ekosistem perairan. Dalam konteks urbanisasi, limbah domestik dari populasi padat tanpa infrastruktur sanitasi memadai memperburuk pencemaran air. Kondisi ini menjadi cikal bakal berbagai masalah kesehatan masyarakat seperti penyebaran kolera dan disentri.

Seiring pertumbuhan pesat populasi global pada abad 20, kebutuhan air bersih dan sistem sanitasi efektif meningkat drastis. Namun industrialisasi agresif di banyak negara, terutama di kawasan berkembang sering mengabaikan aspek keberlanjutan lingkungan. Limbah industri berat seperti minyak dan gas, pertambangan, serta produksi bahan kimia mencemari sumber daya air sementara pengelolaan limbah efektif belum menjadi prioritas.

Pada abad 21 pencemaran air berkembang menjadi isu global yang mempengaruhi hampir setiap negara baik maju maupun berkembang. Di negara berkembang masalah pencemaran air sering terkait kurangnya infrastruktur pengolahan limbah dan rendahnya kesadaran lingkungan. Negara maju juga menghadapi tantangan berupa pencemaran mikroplastik, bahan kimia berbahaya seperti PFAS (*per- and polyfluoroalkyl substances*) serta dampak limpasan pertanian akibat penggunaan pestisida dan pupuk sintetis berlebihan.

Skala dan dampak pencemaran air jauh melampaui batas geografis. Limbah industri dari satu negara dapat mencemari badan air yang mengalir melintasi perbatasan negara lain, menciptakan konflik internasional terkait pengelolaan sumber daya air. Pencemaran laut akibat tumpahan minyak dan limbah plastik menjadi ancaman serius bagi ekosistem laut global,

hukum. Regulasi yang memberdayakan masyarakat untuk mengelola sumber daya air secara mandiri dan memberikan perlindungan terhadap pelapor pelanggaran lingkungan dapat memperkuat partisipasi masyarakat. Sinergi antara masyarakat, pemerintah, dan sektor swasta menjadi kunci keberhasilan dalam menangani pencemaran air.

D. KESIMPULAN

Pencemaran air merupakan salah satu tantangan lingkungan yang paling mendesak di dunia saat ini. Dampaknya yang luas baik terhadap ekosistem maupun kesehatan manusia menjadikan masalah ini sebagai prioritas global yang membutuhkan solusi berkelanjutan. Adalah penting memahami berbagai aspek pencemaran air dari penyebab, dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan, hingga peran penting masyarakat dalam upaya penanggulangan.

Dari perspektif lingkungan dan kesehatan, pencemaran air tidak hanya merusak ekosistem akuatik tetapi juga membawa ancaman serius bagi kehidupan manusia. Zat pencemar semisal logam berat, limbah organik, serta bahan kimia industri bisa mempengaruhi kualitas air secara signifikan yang meningkatkan risiko penyakit menular dan kronis. Pendekatan holistik komprehensif dengan pelibatan beragam *stakeholders* sangat penting.

Penanggulangan pencemaran air membutuhkan kolaborasi lintas sektor intensif. Pemerintah, swasta, organisasi non-pemerintah (NGO), dan masyarakat harus bekerja bersama mengembangkan kebijakan dan program efektif. Regulasi yang ketat terhadap pembuangan limbah industri, pemanfaatan teknologi untuk memantau kualitas air, dan pendidikan lingkungan bagi masyarakat dapat menjadi langkah awal yang menjanjikan.

Peran masyarakat dalam upaya ini tidak bisa diabaikan. Dengan meningkatnya kesadaran dan partisipasi masyarakat, langkah sederhana seperti pengelolaan limbah rumah tangga, penggunaan produk ramah lingkungan, dan pelaporan pelanggaran lingkungan dapat memberikan dampak besar terhadap upaya pelestarian air. Masyarakat yang diberdayakan melalui edukasi dan pelatihan memiliki potensi untuk menjadi agen perubahan yang efektif dalam menjaga keberlanjutan sumber daya air.

Dalam menghadapi pencemaran air, pendekatan inovatif dan berbasis komunitas telah menunjukkan hasil positif di berbagai wilayah. Penggunaan teknologi seperti aplikasi pemantauan kualitas air dan pengelolaan limbah berbasis komunitas memberikan peluang baru mengatasi tantangan ini. Namun keberhasilan implementasi teknologi ini bergantung pada ketersediaan sumber daya dan dukungan kebijakan yang memadai.

Kesadaran budaya dan nilai lokal dapat berperan penting dalam konservasi air. Banyak komunitas tradisional memiliki kearifan lokal yang menjunjung tinggi pelestarian sumber daya air. Integrasi antara kearifan lokal dengan pendekatan ilmiah modern dapat memberikan solusi yang lebih holistik dalam menangani pencemaran air.

Tantangan besar masih ada di depan. Kurangnya komitmen politik, minimnya alokasi anggaran untuk pengelolaan lingkungan, serta resistensi dari beberapa pihak menjadi hambatan yang perlu diatasi. Dalam hal ini advokasi publik, tekanan sosial, dan kolaborasi lintas sektor menjadi katalisator mendorong perubahan kebijakan yang lebih progresif.

Keberhasilan dalam mengatasi pencemaran air sangat bergantung pada sinergi antara semua pihak yang terlibat. Pendekatan yang berbasis ilmu pengetahuan, didukung oleh kesadaran masyarakat dan keberpihakan kebijakan, dapat

menjadi fondasi yang kokoh dalam membangun lingkungan bersih serta sehat. Melalui komitmen kolektif, tantangan pencemaran air tidak hanya dapat diatasi, tetapi juga dapat dicegah untuk generasi mendatang.

Kesadaran akan pentingnya air bersih harus menjadi tanggung jawab bersama. Air adalah sumber kehidupan yang tak tergantikan, dan melindunginya berarti melindungi masa depan kita. Sebagai individu maupun bagian dari komunitas global, setiap langkah kecil untuk menjaga kualitas air akan memberikan dampak yang besar bagi keberlanjutan planet ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S. (2022) 'Heavy Metal Contamination and Its Health Impacts', *Journal of Environmental Toxicology*, 35(4), pp. 88–102.
- Anderson, P. (2021) 'Health Implications of Water Pollution: A Global Perspective', *Journal of Environmental Health*, 46(2), pp. 99–112.
- Brown, T. (2021) 'Historical Perspectives on Water Pollution and Modern Challenges', *International Journal of Water Resources*, 39(3), pp. 88–104.
- Chen, R. (2021) 'Citizen Science in Water Pollution Monitoring', *Journal of Public Policy and Environmental Science*, 29(4), pp. 112–130.
- Gomez, L. (2021) 'Household Practices and Water Conservation Strategies', *Journal of Sustainable Living*, 35(2), pp. 65–83.
- Harris, J. (2022) 'Policy and Regulatory Approaches to Water Pollution Control', *Journal of Public Policy*, 37(1), pp. 77–95.
- Huang, Y. (2023) 'Industrial Accountability and Water Resource Management', *Journal of Industrial Ecology*, 48(1), pp. 89–104.
- Jackson, M. (2024) 'Technological Innovations in Water

- Pollution Management', *Journal of Environmental Technology*, 42(7), pp. 101–118.
- Kumar, P. (2022) 'Technological Innovations in Wastewater Treatment', *Journal of Environmental Engineering*, 31(5), pp. 133–148.
- Martinez, J. (2020) 'Water Pollution: An Environmental and Public Health Perspective', *International Journal of Public Health*, 39(2), pp. 89–104.
- Nguyen, L. (2022) 'Advocacy for Water Pollution Control', *Journal of Social and Environmental Advocacy*, 25(3), pp. 74–92.
- Patel, R. (2021) 'Urban Drainage and Its Role in Water Pollution', *Journal of Urban Water Management*, 18(3), pp. 77–89.
- Singh, A. (2023) 'Grassroots Movements for Clean Water', *Journal of Environmental Movements*, 34(2), pp. 101–118.
- Smith, R. (2020) 'Water Pollution: A Multifaceted Global Issue', *Journal of Environmental Research*, 45(3), pp. 125–140.
- Wang, T. (2021) 'International Frameworks for Transboundary River Management', *Journal of Water Policy*, 28(6), pp. 231–245.

DETEKSI DAN TEKNOLOGI DALAM PENANGGULANGAN PENCEMARAN AIR

Buku Deteksi dan Teknologi dalam Penanggulangan Pencemaran Air membahas berbagai metode dan inovasi dalam mengidentifikasi serta mengatasi pencemaran air secara efektif. Buku ini menguraikan bagaimana teknik deteksi, seperti sensor digital, analisis spektrofotometri, serta pemanfaatan kecerdasan buatan, berperan dalam mengidentifikasi zat pencemar dengan akurasi tinggi. Selain itu, buku ini juga membahas berbagai teknologi modern dalam pengolahan air, seperti sistem filtrasi berbasis nano, teknik bioremediasi, serta strategi pemulihan ekosistem perairan yang tercemar. Dengan pendekatan ilmiah dan studi kasus yang relevan, buku ini memberikan wawasan tentang bagaimana berbagai sektor dapat berkontribusi dalam mengembangkan solusi yang efektif dan berkelanjutan.



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 KEMAHAMATAN PENERBIT INDONESIA

No. 348/JTI/2022

ISBN 978-634-7216-32-8 (PDF)



9

786347

216328