

Diana Sylvia, M.Si.
Baiq Inggar Linggarweni, SP.,M.Sc.
Nurhajawarsi, M.Si.
Mega Fia Lestari, S.Pd, M.Sc.
Dr. Lieza Corsita, S.T,M.T.
Rosita Dwityaningsih, S.Si., M.Eng.
Hijriati Sholehah, S.Si., M.Si.
Juwairiah, S.Pd., M.Si.
Halijah. S.Pd., M.Pd.
Dr. Herniwanti, S.Pd., Kim.M.S

KIMIA LINGKUNGAN

Editor:
Ahmad Ruhardi, S.Si., M.KL



KIMIA LINGKUNGAN

KIMIA LINGKUNGAN

Diana Sylvia, M.Si.

Baiq Inggar Linggarweni, SP.,M.Sc.

Nurhajawarsi, M.Si.

Mega Fia Lestari, S.Pd, M.Sc.

Dr. Lieza Corsita, S.T,M.T.

Rosita Dwityaningsih, S.Si., M.Eng.

Hijriati Sholehah, S.Si., M.Si.

Juwairiah, S.Pd., M.Si.

Halijah. S.Pd., M.Pd.

Dr. Herniwanti, S.Pd., Kim.M.S.



KIMIA LINGKUNGAN

© Penerbit Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia (PRCI)

Penulis:

Diana Sylvia, M.Si.
Baiq Inggar Linggarweni, SP.,M.Sc.
Nurhajawarsi, M.Si.
Mega Fia Lestari, S.Pd, M.Sc.
Dr. Lieza Corsita, S.T,M.T.
Rosita Dwityaningsih, S.Si., M.Eng.
Hijriati Sholehah, S.Si., M.Si.
Juwairiah, S.Pd., M.Si.
Halijah. S.Pd., M.Pd.
Dr. Herniwanti, S.Pd., Kim.M.S.

Editor: Ahmad Ruhardi, S.Si., M.KL

Cetakan Pertama : Januari 2022

Cover: Rusli

Tata Letak : Tim Kreatif PRCI

Hak Cipta 2022, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT
Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2022 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2022
; 14,8 x 21 cm
ISBN : 978-623-5847-93-1

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Kimia Lingkungan sesuai yang ditargetkan. Buku ini berisikan tentang penjelasan mengenai kimia lingkungan yang diuraikan dalam 10 Bab dalam buku ini dari apa itu kimia lingkungan, apa saja yang termasuk kimia lingkungan, dampaknya terhadap lingkungan dan materi materi lainnya yang mendukung terhadap penjelasan kimia lingkungan. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB 1 PENGENALAN KIMIA LINGKUNGAN	1
A. Pengertian.....	1
B. Pencemaran	2
C. Macam-macam Pencemaran Lingkungan.....	6
1. Pencemaran udara	6
2. Pencemaran Air	9
3. Pencemaran Tanah.....	11
 BAB 2 PENGENALAN EKOSISTEM, TEKNOLOGI DAN DAMPAKNYA.....	 15
A. Pengenalan Ekosistem	15
1. Struktur Ekosistem	16
B. Tipe Ekosistem	19
1. Kelompok ekosistem bahari.....	19
2. Kelompok ekosistem darat alami.....	20
3. Kelompok ekosistem suksesi	21
4. Kelompok ekosistem buatan.....	21
C. Contoh Ekosistem.....	21
1. Ekosistem Kolam.....	21
2. Ekosistem padang rumput.....	23
D. Toleransi Spesies Terhadap Faktor Abiotik	24
E. Teknologi dan Dampaknya	26
F. Kesadaran Lingkungan.....	32
 BAB 3 ATMOSFER DAN KIMIA ATMOSFER.....	 38
A. Atmosfer Bumi	39

1. Lapisan dan Struktur Vertikal Atmosfer	39
2. Komposisi Atmosfer	42
B. Reaksi Kimia pada Atmosfer	44
1. Reaksi Oksigen di Atmosfer	45
2. Reaksi Nitrogen di Atmosfer	49
3. Reaksi Sulfur di Atmosfer	52
4. Reaksi Hidrokarbon di Atmosfer	54
5. Reaksi Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida di Atmosfer	55
C. Partikulat di Atmosfer	56
 BAB 4 POLUTAN DAN PENCEMARAN UDARA	63
A. Pengertian Pencemaran Udara	63
B. Sumber Dan Penyebab Pencemaran Udara	67
C. Pengertian Dan Jenis Pencemar Udara (<i>Air Pollutants</i>)	73
1. Kriteria Polutan Udara (Criteria Air Pollutants) ...	73
2. Racun Udara (<i>Air Toxics</i>)	77
3. Pencemaran Biologis (<i>Biological Pollutants</i>)	78
D. Dampak Pencemaran Udara	82
1. Dampak kepada manusia	82
2. Dampak kepada lingkungan	83
E. Regulasi	91
F. Pengurangan (<i>Reduction</i>)	92
 BAB 5 HIDROSFER DAN DASAR-DASAR KIMIA PERAIRAN	106
A. Karakteristik Hidrosfer	106
1. Siklus Hidrologi	107
2. Karakteristik Badan Air	109
B. Fungsi dan klasifikasi penggunaan Air	113
1. Parameter Kimia Perairan	113

BAB 6 REAKSI-REAKSI KIMIA DI PERAIRAN	123
A. Lingkungan Perairan.....	123
1. Siklus Hidrologi	124
2. Kualitas Lingkungan Perairan	127
B. Parameter Kimia Perairan	130
1. Dissolved Oxygen (DO).....	130
2. Biological Oxygen Demand (BOD)	130
3. Chemical Oxygen Demand (COD).....	131
C. Reaksi – Reaksi Kimia di perairan.	131
1. Reaksi Karbondioksida Di Perairan	131
2. Reaksi Netralisasi.....	135
3. Reaksi Pengendapan.....	137
4. Reaksi Reduksi dan Oksidasi (Redoks).....	140
 BAB 7 PENCEMARAN AIR DAN PENJERNIHAN AIR	143
A. Pencemaran Air	143
1. Definisi pencemaran air	143
2. Sumber Pencemar	144
3. Sifat-sifat air tercemar	144
4. Dampak Pencemaran Air	152
B. Penjernihan Air.....	154
1. Prinsip Penjernihan Air Dengan Metode Fisika ..	155
2. Prinsip Penjernihan Air Menggunakan Metode Kimia	161
 BAB 8 GEOSFER DAN KIMIA TANAH	164
A. Geosfer	164
1. Atmosfer	164
2. Litosfer	165
3. Hidrosfer	167
4. Biosfer	168
5. Antroposfer	169

B. Sifat Kimia Tanah.....	170
1. Pertukaran Kation.....	172
2. Kapasitas Tukar Kation/ Anion (KTK/ KTA)	173
3. Kejenuhan Basa (KB)	175
4. pH Tanah (Kemasaman Tanah)	176
 BAB 9 POLUTAN DAN POLUSI TANAH.....	182
A. Pengertian Tanah	183
B. Pencemaran Tanah	186
1. Pengertian Pencemaran Tanah.....	186
2. Penyebab Pencemaran Tanah	191
3. Jenis Polutan	191
4. Jenis Pencemaran Tanah	192
5. Dampak Pencemaran Tanah	199
6. Pencegahan Pencemaran Tanah.....	206
 BAB 10 TOKSIKOLOGI LINGKUNGAN	211
A. Definisi Dan Terminologi	211
B. Ruang Lingkup Ilmu Toksikologi	214
C. Tujuan Ilmu Toksikologi.....	216
D. Sejarah Ilmu Toksikologi.....	218
E. Berbagai Cabang Ilmu Toksikologi.....	224
DAFTAR PUSTAKA.....	228
BIOGRAFI PENULIS	240

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komposisi Atmosfer Bumi.....	42
Tabel 4.2 Reaksi pembentukan partikulat dari material anorganik.....	58
Tabel 5.1 Komposisi Gas di Udara Kering Yang Bersih	67
Tabel 6.1 Distribusi Air di Bumi.....	108
Tabel 6.2 Karakteristik Fisika dan Kimia Tanah.....	112
Tabel 6.3 Persentase volume gas karbondioksida di atmosfer	116
Tabel 6.4 Kation-Kation Penyusun Kesadahan dan Anion- Anion Pasangan/Asosiasi.....	117
Tabel 7.1 Nilai Kelarutan Karbondioksida pada Air	131
Tabel 7.2 Perbandingan Karakterisasi Air Hujan Kota Malang	134
Tabel 8.1 hubungan antara suhu dengan konsentrasi oksigen terlarut maksimum pada tekanan 1 atmosfer.....	148
Tabel 9.1 Perbedaan Koloid Anorganik dan Organik.....	171
Tabel 9.2 KTK berbagai Tekstur Tanah	174
Tabel 9.3 Kriteria Kelas Nilai KTK Tanah.....	175
Tabel 9.4 Klasifikasi Kemasaman (pH) Tanah	178
Tabel 11.1 Diversifikasi dalam Bidang Toksikologi.....	225

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Struktur Vertikal Atmosfer	40
Gambar 4.2 Konsentrasi ozon permukaan BMKG Kemayoran Jakarta (Juni 2021)	48
Gambar 4.3 Konsentrasi ozon permukaan GAW Kototabang (Juli 2021)	49
Gambar 4.4 Siklus nitrogen.....	50
Gambar 4.5 Konsentrasi NO ₂ di berbagai Stasiun pemantau BMKG (Agustus 2021).....	52
Gambar 4.6 Konsentrasi SO ₂ di berbagai Stasiun pemantau BMKG (Agustus 2021).....	54
Gambar 4.7 Konsentrasi gas Rumah Kaca (CH ₄ dan CO ₂) di Stasiun GAW Kototabang	56
Gambar 4.8 Pemantauan partikulat (PM ₁₀) di Kota Medan dan partikulat (PM _{2,5}) di Kota Pekanbaru	60
Gambar 5.1 Pencemaran Udara Bersumber dari Industri	66
Gambar 5.2 Sumber Utama Pencemaran Udara.....	69
Gambar 5.3 Perbedaan Ozon Baik dan Ozon Buruk	77
Gambar 5.4 Aerosol Bersumber Dari Bahan Kimia dan Manusia	79
Gambar 5.5 Hutan Pohon Kabut	80
Gambar 5.6 Kabut asap.....	80
Gambar 5.7 Ilustrasi Penyebab Global Warming.....	85
Gambar 5.8 Jalur Terjadinya Ujan Asam	87
Gambar 5.9 Skala pH.....	88
Gambar 5.10 Ozon di Atmosfer	89
Gambar 5.11 Simulasi Terjadinya Kerusakan Lapisan Ozon ..	91
Gambar 5.12 Panel Surya sebagai Sumber Energi di Rumah.	96
Gambar 5.13 Jemuran Pakaian untuk Mengeringkan Baju.....	98
Gambar 6.1 Siklus Hidrologi.....	109
Gambar 6.2 Skema Lapisan Air Tanah	112

Gambar 6.3 Proses dekomposisi organik dan nitrifikasi pada penentuan BOD	121
Gambar 8.1 Filter.....	157
Gambar 8.2 Model Aliran Filter	158
Gambar 8.3 Kombinasi filter dan Aerasi.....	159
Gambar 8.4 Penjernihan Air dengan cara Koagulasi	162
Gambar 8.5 Contoh Aerasi dengan cara gravitasi.....	163
Gambar 9.1 Siklus Hidrologi Air.....	168
Gambar 9.2 Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada Tanah	173
Gambar 9.3 Ilustrasi KTK Tanah.....	174
Gambar 10.1 Pencemaran Logam Berat Pada Lahan Pertanian di Cina.....	198
Gambar 10.2 Penggunaan Pestisida yang Langsung ke Tanah	203
Gambar 10.3 Limbah sampah perdagangan	204
Gambar 10.4 Limbah padat rumah tangga	205
Gambar 10.5 Pemanfatan Plastik Kresek Bekas.....	207
Gambar 10.6 Pembatas Taman Terbuat dari Ecobric Botol Plastik Diisi Potongan Plastik.....	208
Gambar 11.1 Tiga Bidang Dasar dalam Toksikologi dan Kaitannya dalam Kajian Risiko	216
Gambar 11.2 Ilmu yang Menunjang Toksikologi.....	227

BAB 1

PENGENALAN KIMIA LINGKUNGAN

Diana Sylvia, M.Si.

A. Pengertian

1. Kimia

Kimia menurut bahasa Arab كيمياء yang artinya adalah seni transformasi, dan menurut bahasa Yunani χημεία khemeia yang artinya alkimia, memiliki pengertian yaitu ilmu yang mempelajari tentang komposisi dan sifat zat atau suatu materi dari ukuran atom (bagian terkecil dari suatu zat) hingga molekul, serta perubahan atau dan interaksi untuk membentuk materi yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu kimia juga mempelajari dan memahami sifat dan interaksi atom dengan tujuan untuk menerapkan pengetahuan tersebut pada tingkat makroskopik. Menurut kimia modern, sifat fisik materi umumnya ditentukan oleh struktur pada tingkat unsur atau atom yang pada gilirannya ditentukan oleh gaya antarunsur atau antaratom tersebut.

2. Lingkungan

Lingkungan merupakan kombinasi antara kondisi fisik yang mencakup keadaan sumber daya alam seperti tanah, air, udara, energi surya, mineral, serta flora dan fauna yang berada di bumi.

3. Kimia lingkungan

Kimia Lingkungan adalah studi ilmiah terhadap fenomena kimia dan biokimia yang terjadi di alam. Bidang ilmu ini dapat didefinisikan sebagai studi terhadap sumber, reaksi, transpor, efek, dan nasib zat kimia di lingkungan udara, tanah, dan air, serta efek aktivitas manusia terhadapnya. Kimia lingkungan adalah ilmu antardisiplin yang

memasukkan ilmu kimia atmosfer, akuatik, dan tanah, juga sangat bergantung dengan kimia analitik, ilmu lingkungan, dan bidang-bidang ilmu lainnya.

Kimia lingkungan pertama kali mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang tak terkontaminasi, zat kimia yang terkandung, jumlah konsentrasi yang ada secara alami, dan apa efeknya. Tanpa hal ini, mustahil untuk mempelajari secara akurat efek manusia terhadap lingkungan dengan proses yang terjadi pada pelepasan zat kimia. Kimia lingkungan merupakan ilmu yang mempelajari tentang spesies-spesies kimia tertentu dalam lingkungan udara, air, dan tanah karena selalu mengalami reaksi-reaksi tertentu. (Yusuf, Y. 2017.)

B. Pencemaran

Pencemaran adalah peristiwa penyebaran bahan kimia dan bahan-bahan lainnya ke media udara, air, dan tanah dengan kadar tertentu yang dapat mengubah kesetimbangan pada daur ulang materi dalam lingkungan (keseimbangan lingkungan) baik keadaan struktur maupun fungsinya, sehingga dapat mengganggu fungsi sosial dan kesejahteraan manusia. Pencernaan yang terjadi pada saat senyawa-senyawa yang dihasilkan dari kegiatan manusia ditambahkan ke lingkungan, menyebabkan perubahan yang buruk terhadap kekhasan fisik, kimia, biologis, dan estetika. (Dewata, I dan Tarmizi. 2015)

Ditinjau dari segi ilmu kimia yang disebut dengan pencemaran lingkungan adalah peristiwa penyebaran bahan kimia dengan kadar tertentu yang dapat mengubah keadaan keseimbangan pada siklus materi, baik keadaan struktur maupun fungsinya, sehingga mengganggu kesejahteraan manusia. Pencemaran lingkungan perlu mendapat

penanganan secara serius oleh semua pihak karena pencemaran lingkungan dapat menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, kesejahteraan, dan jiwa manusia.

Kini telah banyak para ahli ingin mempelajari lingkungan hidup secara seksama guna mencari jalan keluar dari masalah yang makin lama semakin serius. Masalah lingkungan merupakan masalah yang dapat ditinjau dari berbagai aspek pengetahuan. Secara fisik, lingkungan abiotik dapat dipelajari secara kimia, fisika, hidrologi, geologi dan sebagainya, sedangkan lingkungan biotik dapat dibahas secara biologi.

Bahan-bahan kimia yang ada di lingkungan hidup, dalam kehidupan diperlukan dalam jumlah banyak, sehingga kalau kekurangan akan menimbulkan masalah. Namun ada juga yang diperlukan untuk kehidupan dalam jumlah sedikit, dan bila jumlahnya berlebihan akan menimbulkan pencemaran. Bahan kimia yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan disebut bahan pencemar. Pada umumnya bahan pencemar udara adalah berupa gas-gas beracun dan partikel-partikel zat padat. Gas-gas beracun ini berasal dari pembakaran bahan bakar kendaraan, kegiatan industri, dan aktivitas dalam rumah tangga. Selain gas-gas beracun di atas, pembakaran bahan-bahan kendaraan juga dapat menghasilkan partikel-partikel karbon dan timah hitam yang berterbangan yang dapat mencemari udara. Gas-gas beracun hasil dari pembakaran bahan bakar ini biasanya berupa oksida-oksida karbon dan nitrogen (karbon monoksida, karbon dioksida, nitrogen monoksida, nitrogen dioksida, dinitrogen oksida) dan senyawa-senyawa hidrokarbon.

Bahan pencemar udara ini terdispersi dalam udara, sehingga kadarnya menjadi kecil. Sampai di bawah kadar tertentu tidak menimbulkan pencemaran, bila kadar bahan

pencemar ini mencapai NAB (Nilai Ambang Batas) atau KTD (Kadar Tertinggi Diperkenankan), maka pencemaran udara tidak dapat dihindarkan lagi. Karbon monoksida sangat beracun bagi manusia, sebab akan bereaksi dengan haemoglobin dan mengurangi kadar oksigen yang dapat bereaksi dengan haemoglobin diangkut ke seluruh tubuh, dengan demikian manusia akan kekurangan oksigen untuk keperluan dalam tubuhnya, manusia menderita sakit kepala bahkan dapat menjadi lemas dan pingsan.

Ozon merupakan oksidator kuat, dalam konsentrasi kecil 0,2 ppm dapat merusak daun tumbuh-tumbuhan, karet menjadi keras dan memudahkan warna tekstil. Gas SO_2 dan gas H_2S merusak tumbuh-tumbuhan dan dapat menyebabkan sifat asam bila dalam udara lembab, sehingga akan merusak logam, tekstil, dan hewan.

Senyawa hidrokarbon dan gas oksida-oksida nitrogen dapat menyebabkan iritasi pada mata dan mengganggu pernafasan. Sedangkan partikel-partikel zat dapat menyebabkan alergi pada kulit, sakit mata, mengganggu pernafasan dan bila menempel pada daun akan menghalangi masuknya energi matahari pada daun untuk proses fotosintesis.

Bahan pencemar air terdiri atas Senyawa organik dan senyawa anorganik yang terdapat dalam air, hal ini dapat menyebabkan pencemaran air minum, meskipun untuk keperluan industri mungkin air tersebut belum dikatakan tercemar. Sampah dan buangan-buangan kotoran dari rumah tangga, pertanian, dan pabrik/industri dapat mengurangi kadar oksigen dalam air yang sangat dibutuhkan oleh kehidupan dalam air. Di bawah pengaruh bakteri anaerob senyawa organik akan terurai dan menghasilkan gas-gas NH_3 dan H_2S dengan bau busuknya. Penguraian senyawa-senyawa

organik juga menghasilkan gas-gas beracun dan bakteri-bakteri patogen yang akan mengganggu kesehatan air.

Deterjen tidak dapat diuraikan oleh organisme lain kecuali oleh ganggang hijau dan yang tidak sempat teruraikan ini akan menimbulkan gangguan pencemaran air. Senyawa-senyawa organik seperti pestisida, DDT, juga merupakan bahan pencemar air. Sisa-sisa penggunaan pestisida yang berlebihan akan terbawa aliran air pertanian dan akan masuk ke dalam rantai makanan dan masuk dalam jaringan tubuh makhluk hidup yang memakan makanan itu.

Bahan pencemar tanah diantaranya berupa pupuk buatan, obat pembasmi hama seperti pestisida, herbisida, bila digunakan secara berlebihan dapat menimbulkan pencemaran tanah, merubah sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologis tanah, sehingga mengganggu pertumbuhan tumbuh-tumbuhan. Sampah dan bahan buangan benda-benda padat yang makin meningkat jumlahnya dapat menjadi bahan pencemar tanah, apalagi yang sukar diuraikan oleh bakteri pengurai. Sebagai sumber pencemar tanah yang lainnya adalah bahan radioaktif, yang masuk ke dalam rantai makanan dan akhirnya dapat menyebabkan kematian pada makhluk yang memakannya. Misalnya unsur Sr_{90} sebagai hasil fisi nuklir dapat mempengaruhi perkembangan xilem pada tumbuh-tumbuhan dan tulang hewan, yang akan menyebabkan jaringan tubuh menjadi lemah. (Purwoko, D dan Nurmayanti, D. 2017.)

WHO menetapkan empat tingkatan pencemaran sebagai berikut:

1. Pencemaran tingkat pertama; yaitu pencemaran yang tidak menimbulkan kerugian bagi manusia.
2. Pencemaran tingkat kedua; yaitu pencemaran yang mulai menimbulkan kerugian bagi manusia seperti

terjadinya iritasi pada indra kita.

3. Pencemaran tingkat ketiga; yaitu pencemaran yang sudah dapat bereaksi pada faal tubuh dan menyebabkan terjadinya penyakit yang kronis.
4. Pencemaran tingkat keempat; yaitu pencemaran yang telah menimbulkan sakit akut dan kematian bagi manusia maupun hewan dan tumbuh-tumbuhan. (Lutfi, A. 2004.)

C. Macam-macam Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan dibagi atas beberapa jenis :

1. Pencemaran udara

Pencemaran udara adalah adanya substansi biologi, fisika dan kimia di atmosfer dalam jumlah berlebih dan membahayakan manusia, hewan, dan tumbuhan yang dapat mengganggu estetika dan kenyamanan atau merusak kondisi wilayah sekitar. Pencemaran ini dapat disebabkan oleh alam atau kegiatan manusia.

Udara yang belum terpengaruh oleh kegiatan manusia mengandung sejumlah kecil partikulat, gas-gas organik (misalnya NH_4), dan gas-gas anorganik (misalnya N_2O , NO_2 , SO_2 , O_3 dan H_2SO_4) yang biasanya dianggap sebagai polutan. Polutan ini selalu dapat ditemukan di udara, karena berasal dari proses alam. Belerang dioksida, misalnya, terbentuk dari oksidasi hidrogen sulfida secara alami. Kilatan halilintar menyebabkan nitrogen dan oksigen bereaksi membentuk oksida nitrogen. Aktivitas biologi pada senyawa nitrogen dalam tanah menghasilkan oksida nitrogen juga. Gunung berapi secara alami menyemburkan partikulat, hidrogen sulfida, dan belerang dioksida. Gas-gas ini tidak terakumulasi di udara, tetapi akan hilang secara alami. Proses alami ini menyebabkan udara relatif aman bagi kesehatan.

Jenis-jenis pencemaran udara umumnya berupa gas, diantaranya :

a. Karbon Monoksida (CO)

- 1) Tidak berwarna dan tidak berbau
- 2) Bersifat racun, karena dapat berikatan dengan hemoglobin $\text{CO} + \text{Hb} \rightarrow \text{COHb}$
- 3) Kemampuan Hb untuk mengikat CO jauh lebih besar daripada O_2 , sehingga darah kurang berfungsi sebagai pengangkut O_2 .

b. Belerang dioksida (SO_2)

- 1) Berasal dari gunung api, *industry pulp* dengan proses sulfit dan hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung belerang (S)
- 2) Warna gas coklat
- 3) Bersifat racun bagi pernafasan, karena dapat mengeringkan udara

c. Oksida Nitrogen (NO dan NO_2)

- 1) Terjadi pada pembakaran nitrogen
- 2) Pembakaran bahan industry dan kendaraan bermotor
- 3) Terjadi pada lingkungan yang lembab
- 4) Oksida nitrogen dapat membentuk asam nitrat yang bersifat korosif.

d. Senyawa Karbon

- 1) Adanya penggunaan dari beberapa senyawa karbon di bidang pertanian, Kesehatan dan peternakan pada kelompok organoklor, diantaranya : insektisida, fungisida dan herbisida.
- 2) Senyawa hidrokarbon banyak dihasilkan pada proses kebakaran hutan, pembakaran bahan bakar (misalnya

minyak, kayu, dan batu bara) secara tidak sempurna, penyulingan minyak, pabrik petrokimia, penguapan pelarut organik, peruraian senyawa organik (terbentuk CH_4).

- 3) Senyawa hidrokarbon aromatik, seperti benzena dan benzopirena dapat menyebabkan kanker pada hewan dan bersifat karsinogenik terhadap manusia. Senyawa hidrokarbon berperan besar pada reaksi fotokimia. Pada reaksi fotokimia, hidrokarbon bersama dengan NO_x dan O_2 membentuk smog.

e. Hidrogen sulfida (H_2S)

- 1) Gas hidrogen sulfida merupakan gas yang tidak berwarna dan berbau tidak enak, seperti bau telur busuk.
- 2) Gas ini banyak dihasilkan pada proses letusan gunung berapi, peruraian senyawa organik oleh bakteri anaerob, dan gas alam yang keluar bersama-sama dengan uap air panas dari perut bumi.
- 3) Gas ini juga dihasilkan pada proses industri (misalnya pabrik kertas) dan pengolahan limbah.

f. Logam berat

Logam berat meliputi timbal (Pb), berilium (Be), kadmium (Cd), air raksa (Hg), dan nikel (Ni). Logam-logam ini perlu dipelajari secara khusus karena toksisitasnya yang tinggi terhadap manusia dan organisme lainnya.

Timbal di udara secara alami diakibatkan oleh sebaran debu dari tanah yang mengandung timbal (sekitar 16 ppm) ke udara. Logam Pb di udara juga berasal dari buangan pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, pembakaran batu bara, dan industri cat. Logam Cd dihasilkan oleh industri

pupuk, cat, dan plastik. Air raksa atau Hg terdapat dalam limbah pembakaran batu bara dan arang. Logam Be dan Ni dihasilkan pada berbagai proses industri dan pembakaran batu bara.

Logam Pb dapat menyebabkan kerusakan otak, perubahan tingkah laku, dan kematian pada manusia. Berilium dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru, pembengkakan limpa, dan badan menjadi kurus.

Kadmium dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan paru-paru. Air raksa dapat menyebabkan tremor, kulit terkelupas, dan halusinasi. Nikel dapat menyebabkan dermatitis, pusing, sakit kepala, mabuk, dan kanker. Logam berat dapat berada di udara selama beberapa hari, tergantung dari ukuran partikelnya. Logam berat relatif tidak bereaksi selama di udara. Pengurangan kadar logam berat di udara disebabkan adanya pengendapan akibat air hujan dan grafitasi.

Secara umum polutan dapat menyebabkan udara bermuatan positif. Ion positif dapat menghambat gerakan bulu getar dan menyebabkan peningkatan viskositas permukaan tenggorokan. Peningkatan viskositas menyebabkan berkurangnya sensitivitas tenggorokan dan menurunnya kemampuan bagian tubuh kita tersebut untuk menolak partikulat sehingga partikulat sulit untuk keluar dari tenggorokan. Ion positif juga dapat menyebabkan kecemasan, depresi, dan lemah mental. Polutan udara tidak hanya bersifat toksik, tetapi juga dapat melemahkan mekanisme daya tahan tubuh.

2. Pencemaran Air

Pencemaran air merupakan suatu perubahan situasi di suatu wilayah penampungan air, seperti danau, sungai, lautan dan air tanah dikarenakan adanya aktivitas manusia

yang merupakan suatu bagian dari siklus hidrologi. Pada aktivitas kegiatan selain mengalirkan air, juga mengalirkan sedimen dan polutan.

Parameter kualitas air sungai yang diteliti ialah Total Suspended Solid (TSS), Biological Oxygen Demand (BOD), dan Chemical Oxygen Demand (COD).

TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. Padatan tersuspensi akan dapat mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam air, sehingga akan mempengaruhi regenerasi oksigen dan fotosintesis (Kristanto. 2002).

BOD merupakan salah satu parameter indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik. BOD adalah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik oleh mikroorganisme aerobik sehingga menjadi bentuk anorganik yang stabil. Keberadaannya di lingkungan sangat ditentukan oleh limbah organik, baik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun limbah industri. Rumah tangga dan industri adalah sumber utama limbah organik dan merupakan penyebab utama tingginya BOD (Bapedal. 2002).

COD merupakan salah satu parameter indikator pencemar di dalam air yang disebabkan oleh limbah organik. COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat. Keberadaan COD di lingkungan sangat ditentukan oleh limbah organik, baik yang berasal dari limbah rumah tangga dan industri (Bapedal. 2002).

Bahan pencemar air yang paling berbahaya adalah air raksa. Senyawa-senyawa air raksa, berasal dari pabrik kertas, lampu merkuri. Karena pengaruh bakteri anaerob garam

anorganik Hg dengan adanya senyawa hidrokarbon akan bereaksi membentuk senyawa dimetil merkuri, $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ yang larut dalam air tanah dan masuk dalam rantai makanan yang akhirnya dimakan oleh manusia. Energi panas juga dapat menjadi bahan pencemar air, misalnya penggunaan air sebagai pendingin dalam proses di suatu industri atau yang digunakan pada reaktor atom, menyebabkan air menjadi panas. Air yang menjadi panas, selain mengurangi kelarutan oksigen dalam air juga dapat berpengaruh langsung terhadap kehidupan dalam air.

Beberapa hal yang dapat menyebabkan pencemaran air, yaitu :

- a. Menurunnya nilai pH air dapat memperbesar sifat korosi air pada logam besi dan dapat mengakibatkan terganggunya kehidupan organisme air.
- b. Kenaikan suhu air dapat mengakibatkan kelarutan kadar oksigen berkurang.
- c. Adanya pembusukan zat-zat organik yang dapat menyebabkan perubahan warna, bau dan rasa.
- d. Syarat air sehat yaitu tidak berbau, tidak berasa, nilai DO tinggi dan BOD rendah.

3. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan bahan kimia akibat perbuatan manusia dan mengubah lingkungan alami yang terjadi karena kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah dan tidak memenuhi syarat. Adanya bahan-bahan sintetik yang tidak

dapat dihancurkan oleh mikroorganisme seperti plastic dapat menyebabkan pencemaran tanah. Begitu pula untuk pembuangan zat kimia yang mencemarkan tanah sekaligus dapat merusak tanah.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 150 Tahun 2000, Pencemaran tanah adalah keadaan dimana bahan kimia buatan manusia tidak dapat di hancurkan oleh mikroorganisme lalu masuk dan merubah lingkungan tanah yang alami.

Sumber pencemaran tanah dapat terjadi baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Pencemaran yang terjadi secara langsung dibagi menjadi dua faktor internal yaitu pencemaran yang ditimbulkan dari alam contohnya letusan gunung, bencana banjir. Faktor eksternal yaitu pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Limbah yang bersumber dari aktivitas manusia itu sendiri disebut *anthropogenic pollutants*. Contoh pencemaran yang bersumber dari kegiatan manusia itu sendiri seperti :

- a. Pertanian dengan pemberian pupuk secara berlebihan
- b. Pemberian pestisida atau insetisida
- c. Kegiatan industri yaitu pembuangan limbah yang tidak diolah terlebih dahulu.
- d. Kegiatan rumah tangga yaitu sampah domestik.
- e. Kegiatan pertambangan
- f. Tinja manusia maupun hewan

Pencemar yang masuk ke dalam tanah mengakibatkan racun di tanah, yang berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya. Komponen pencemar tanah meliputi kertas 4 %, limbah bahan makanan 21%, gelas 12 %, besi 10 %, plastik 5 %, kayu 5 %, karet dan kulit 3 %, kain/serat tekstil

2 % dan terakhir adalah aluminium dan logam lain 1 %.

Perbedaan tanah tercemar dan tanah tidak tercemar, jika tanah tercemar memiliki ciri diantaranya :

- 1) Tanah tidak subur
- 2) Mengeluarkan bau busuk
- 3) Kering,
- 4) Terdapat logam pH dapat dibawah 6 atau diatas 8 sehingga tanah tersebut menjadi basa dan terjadi perubahan komposisi tanah.

Tanah yang tidak tercemar memiliki ciri, diantaranya :

- 1) Tidak berbau busuk
- 2) Subur
- 3) Gembur
- 4) Tidak ada logam di dalam tanah, pH tanah normal antara pH 6 dan 8,
- 5) Warna hitam gelap dan tidak mengalami perubahan komposisi tanah.

Limbah yang bersumber dari aktivitas manusia itu sendiri disebut anthropogenic pollutants. Contoh pencemaran yang bersumber dari kegiatan manusia itu sendiri seperti pertanian dengan pemberian pupuk secara berlebihan, pemberian pestisida atau insektisida, kegiatan industri yaitu pembuangan limbah yang tidak diolah terlebih dahulu dan lain lain. Pencemaran yang diakibatkan secara tidak langsung yaitu pencemaran tanah memiliki hubungan yang sangat erat dengan pencemaran udara maupun pencemaran air. Pencemaran tanah ini mengakibatkan putusnya rantai makanan.

Organisme yang ada didalam tanah/biota tanah baik yang

berukuran mikro maupun berukuran makro dapat terganggu, sehingga mereka akan mati atau pergi mencari habitat yang baru. Organisme tersebut dapat hidup dan berkembang biak pada pH 6,5 – 8,5, dengan kelembaban yang tinggi dan suhu yang nyaman bagi organisme tersebut.

Kerusakan tanah akibat adanya kegiatan industri pada daerah sekitarnya memberikan peluang terjadinya penurunan kesuburan tanah dan bahkan dapat menjadi racun bagi tanaman. Didalam tanah sudah mengandung logam, apabila logam berat diberikan pada tanah dalam jumlah berlebih akan menimbulkan proses pencemaran tanah.

BAB 2

Pengenalan Ekosistem, Teknologi Dan Dampaknya

Baiq Inggar Linggarweni,SP.,M.Sc
Universitas Islam Al-Azhar Mataram

Bila kita mengamati lingkungan sekitar dengan seksama, maka kita akan sadar bahwa di lingkungan kita terdapat bermacam-macam benda, seperti batu, air, pohon, dan burung. Dari bermacam benda yang kita lihat tersebut, kita dapat menyadari bahwa manusia di dunia ini tidak hidup sendiri tetapi selalu ditemani oleh benda-benda di sekitar kita. Benda-benda di lingkungan kita dapat di bedakan menjadi dua komponen utama yaitu ekosistem abiotik (benda mati) dan ekosistem botik (benda hidup).

A. Pengenalan Ekosistem

Selalu terjadi interaksi secara timbal balik antara organisme dengan lingkungannya. Interaksi timbal balik ini membentuk suatu system yang kemudian dikenal sebagai system ekologi atau ekosistem. Dapat dikatakan bahwa ekosistem merupakan suatu satuan fungsional dasar yang menyangkut proses interaksi organisme hidup dengan lingkungannya. Lingkungan dapat berupa lingkungan biotik (makhluk hidup) maupun abiotik (makhluk tak hidup). Di dalam suatu ekosistem selalu dijumpai proses innteraksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya, antara lain dapat berupa adanya aliran energy, rantai makanan, siklus biogeokimiawi, perkembangan dan pengendalian.

Ekosistem juga dapat didefinisikan sebagai suatu satuan

lingkungan yang melibatkan unsur-unsur biotic (jenis-jenis makhluk) dan factor-faktor fisik (air, iklim dan tanah) serta kimia (keasaman dan salinitas) yang saling berinteraksi satu sama lain.

Berbagai konsep ekosistem pada dasarnya sudah mulai dirintis oleh beberapa pakar ekologi. Pada tahun 1877, Karl Mobius (jerman) memakai istilah biocoenosis. Kemudian pada tahun 1887, S.A. Forbes (amerika) memakai istilah mikrokosmos. Sedangkan di rusia pada awalnya lebih banyak menggunakan istilah biocoenosis ataupun geobiocoenosis. Istilah ekosistem ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang pakar ekologi dari inggris, A.G. Tansley pada tahun 1935, sehingga istilah ekosistem lebih sering digunakan dan diterima secara luas sampai saat ini.

1. Struktur Ekosistem

Apabila kita memasuki suatu ekosistem, baik itu ekosistem daratan maupun ekosistem perairan maka akan dijumpai 2 macam organisme hidup yang merupakan komponen biotic ekosistem. Kedua jenis biotic ekosistem tersebut adalah:

- a. Autotrofik, terdiri dari organisme yang mampu menghasilkan makanan (energy) dari bahan-bahan anorganik dengan proses fotosintesis ataupun kemosintesis. Organisme ini tergolong mampu memenuhi kebutuhan dirinya sendiri dan disebut sebagai Produsen.
- b. Heterotrofik, terdiri dari organisme yang menggunakan, mengubah, atau memecah bahan organik kompleks yang telah ada yang dihasilkan oleh komponen autotrofik. Organisme ini disebut konsumen baik itu makrokonsumen maupun

mikrokonsumen.

Secara structural ekosistem mempunyai 6 komponen sebagai berikut:

- a. Bahan anorganik yang meliputi C,N,CO₂,H₂O dan lain-lain. Bahan-bahan ini dapat mengalami daur ulang.
- b. Bahan organik yang meliputi karbohidrat, lemak, protein, bahan humus, dan lain-lain. Bahan-bahan organik ini merupakan penghubung antara komponen biotic dan abiotik
- c. Kondisi iklim yang meliputi factor-faktor iklim, misalnya angin, curah hujan dan suhu
- d. Produsen adalah organisme-organisme autotrof, terutama tumbuhan hijau daun (berklorofil). Organisme-organisme ini mampu bertahan hidup hanya dengan bahan anorganik karena organisme ini mampu menghasilkan makannnya sendiri yaitu dengan proses fotosintesis. Ada juga bakteri kemosintetik yang juga mampu menghasilkan energy kimia melalui reaksi kimia, akan tetapi peranan bakteri kemosintetik ini tidak begitu besar jika dibandingkan dengan tumbuhan fotosintetik.
- e. Makrokonsumen adalah organisme heterotrof, terutama hewan-hewan seperti kambing, ular, serangga dan udang. Organisme ini hidup nya sangat bergantung pada organisme lain dan makanannya adalah bahan organik.
- f. Mikrokonsumen adalah organisme heterotrof, saprotrof dan osmotrof terutama bakteri dan fungi. Organisme inilah yang memecah bahan organik yang berupa sampah dan bangkai organisme lain dan menguraikannya sehingga terurai menjadi bahan