



KIMIA LINGKUNGAN

**Dr. Jacson Victor Morin, S.Si., M.Sc.
Dr. Darma Santi, S.Si., M.Sc.**

KIMIA LINGKUNGAN

Buku ini berisi kajian yang diperlukan untuk mempelajari dan memahami pengantar kimia lingkungan, pencemaran air, tanah, dan udara, serta limbah dan pengolahannya. Pencemaran lingkungan terjadi di sekitar kita dan sulit dihindari sehingga dapat mengganggu kesejahteraan manusia. Air, udara serta tanah sebagai pendukung merupakan komponen utama yang dibutuhkan manusia dan makhluk hidup lainnya. Apabila semua komponen tersebut mengalami pencemaran maka keberlanjutan kehidupan manusia akan terancam punah. Oleh sebab itu dengan mengetahui zat-zat pencemar dan sumber pencemar kita dapat mencegah dan menanggulangnya.

Komponen-komponen lingkungan dan perubahan lingkungan merupakan cakupan dalam pengantar konsep kimia lingkungan. Pencemaran air diuraikan menjadi penjelasan sifat dan kegunaan air, siklus hidrologi, pencemaran air termasuk di dalamnya mengenai toksikologi yang terkait serta kegunaan zat-zat kimia dalam air. Pencemaran udara mencakup partikel di udara, jenis dan sifat partikel, sumber polusi partikel, pengaruh partikel terhadap lingkungan, polutan gas di udara, sumbernya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi polutan gas di udara. Pencemaran tanah dipaparkan dalam penjelasan definisi tanah, klasifikasi dan sifat tanah, pembentukan tanah, serta toksikologi tanah. Pembahasan kajian limbah dan pengolahannya terbagi pada uraian sumber dan jenis limbah, dampak pencemaran limbah pada lingkungan, komposisi limbah serta jenis pengelolaan limbah juga dibahas dalam buku ini.



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

ISBN 978-623-5896-93-9



9 786235 896939

KIMIA LINGKUNGAN

Dr. Jacson Victor Morin, S.Si., M.Sc.

Dr. Darma Santi, S.Si., M.Sc.



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

KIMIA LINGKUNGAN

Penulis : Dr. Jacson Victor Morin, S.Si., M.Sc.
Dr. Darma Santi, S.Si., M.Sc.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Tukaryanto, S.Pd., Gr.

ISBN : 978-623-5896-93-9

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JANUARI 2022**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2022

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

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

KATA PENGANTAR

Kami bersyukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena dengan izin-Nya buku dengan judul **Kimia Lingkungan** telah terbit. Buku ini merupakan salah satu sumber literasi yang menarik dan bermanfaat terutama bagi mahasiswa dan para pembaca yang tertarik di bidang kimia lingkungan. Dalam memahami berbagai fenomena yang terjadi di alam sekitar serta dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, maka dipandang perlu untuk menuliskan literatur terkini sebagai penunjang terhadap buku acuan dan buku pegangan yang telah, baik berupa suplemen bahan kuliah dan keperluan terkait ilmu lingkungan lainnya.

Buku ini berisi kajian yang diperlukan untuk mempelajari dan memahami pengantar kimia lingkungan, pencemaran air, tanah, dan udara, serta limbah dan pengolahannya. Komponen-komponen lingkungan dan perubahan lingkungan merupakan cakupan dalam pengantar konsep kimia lingkungan. Pencemaran air diuraikan menjadi penjelasan sifat dan kegunaan air, siklus hidrologi, pencemaran air termasuk di dalamnya mengenai toksikologi yang terkait serta kegunaan zat-zat kimia dalam air. Pencemaran udara mencakup partikel di udara, jenis dan sifat partikel, sumber polusi partikel, pengaruh partikel terhadap lingkungan, polutan gas di udara, sumbernya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi polutan gas di udara. Pencemaran tanah dipaparkan dalam penjelasan definisi tanah, klasifikasi dan sifat tanah, pembentukan tanah, serta toksikologi tanah. Pembahasan kajian limbah dan pengolahannya terbagi pada uraian sumber dan jenis limbah, dampak pencemaran limbah pada lingkungan, komposisi limbah serta jenis pengelolaan limbah juga dibahas dalam buku ini.

Manokwari, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB 1 PENGANTAR KIMIA LINGKUNGAN	1
TOPIK 1 KOMPONEN LINGKUNGAN	3
A. Bahan Kimia yang Tersebar dalam Lingkungan	3
B. Bahan Kimia dalam Atmosfer	3
C. Bahan Kimia dalam Hidrosfer.....	5
D. Bahan Kimia dalam Litosfer	8
E. Bahan Pencemar Lingkungan dan Pengaruhnya	9
TOPIK 2 PERUBAHAN LINGKUNGAN	11
A. Kerusakan Lingkungan Akibat Faktor Manusia.	12
B. Perubahan Lingkungan Akibat Faktor Alam.....	13
LATIHAN SOAL BAB I.....	13
BAB 2 PENCEMARAN AIR	14
TOPIK 1 SIFAT DAN KEGUNAAN AIR	15
A. Pembagian Air.....	18
B. Kualitas Air.....	19
TOPIK 2 SIKLUS HIDROLOGI	20
A. Presipitasi.....	21
B. Infiltrasi	21
C. Evaporasi.....	21
D. Evapotranspirasi.....	22
E. Neraca Air.....	22
TOPIK 3 PENCEMARAN AIR	23
A. Konsep Umum Pencemaran Air	24
B. Logam dan Kehidupan Air.....	25
C. Kandungan Logam dalam Air	26
D. Bentuk Kimia	27
E. Proses Perjalanan Logam Berat dalam Lingkungan Air	28
F. Indikator Pencemaran Logam Berat dalam Lingkungan Air	31
G. Pengaruh Logam Berat pada Pencemaran Laut	32
TOPIK 4 TOKSIKOLOGI.....	34
A. Kelompok Logam.....	35

TOPIK 5 KEGUNAAN ZAT-ZAT KIMIA DALAM AIR	38
A. Kandungan Zat Kimia pada Air Laut	38
B. Kandungan Zat Kimia pada Air Tawar	40
LATIHAN SOAL BAB II	41
BAB 3 PENCEMARAN UDARA	42
A. Partikel di Udara	43
B. Jenis dan Sifat Partikel	43
C. Sumber Polusi Partikel	45
D. Pengaruh Partikel Terhadap Lingkungan	45
E. Polutan Gas di Udara	48
F. Sumber Polutan Gas di Udara	49
G. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Polutan Gas di Udara.....	50
H. Polusi Udara dan Kesehatan.....	54
LATIHAN SOAL BAB III.....	55
BAB 4 PENCEMARAN TANAH	56
TOPIK 1 DEFINISI TANAH	57
TOPIK 2 KLASIFIKASI TANAH DAN SIFAT TANAH	58
A. Klasifikasi Tanah.....	58
B. Sifat Tanah.....	59
TOPIK 3 PEMBENTUKAN TANAH	64
A. Pelapukan Batuan	65
B. Pelapukan Fisik.....	65
C. Pelapukan Kimiawi	65
D. Pelapukan Biologis	65
TOPIK 4 TOKSIKOLOGI TANAH	67
A. Tanaman	68
B. Hewan.....	68
C. Manusia	69
LATIHAN SOAL BAB IV.....	70
BAB 5 LIMBAH DAN PENGOLAHANNYA	71
TOPIK 1 SUMBER DAN JENIS LIMBAH	72
A. Limbah Cair.....	72
B. Limbah Padat	74
C. Limbah Gas.....	75
D. Limbah Suara	77

TOPIK 2 DAMPAK PENCEMARAN LIMBAH PADA LINGKUNGAN	78
TOPIK 3 KOMPOSISI LIMBAH	80
TOPIK 4 JENIS PENGELOLAAN LIMBAH	82
A. Pengertian Limbah B3.....	82
B. Pengelolaan Limbah B3.....	83
C. Peraturan Terkait Pengelolaan Limbah B3.....	83
D. Definisi Pengelolaan Limbah B3	84
E. Identifikasi Limbah B3.....	86
F. Pengelolaan dan Pengolahan Limbah B3.....	90
LATIHAN SOAL BAB V.....	97
DAFTAR PUSTAKA.....	98
TENTANG PENULIS.....	102

BAB 1 | PENGANTAR KIMIA LINGKUNGAN

Saudara mahasiswa sekalian dalam bab I pada topik 1 ini, kita akan membahas **komponen Lingkungan** yang terdapat dalam lingkungan hidup dan tersebar pada medium fisik lingkungan. Merujuk penting materi ini untuk dipelajari, maka perlu dijelaskan terlebih dahulu tentang bentuk wujud, komposisi dan sifat karakteristik bahan-bahan kimia tersebut dalam lingkungan hidup. Pada topik 2 dari bab I ini juga menjelaskan tentang **perubahan lingkungan** yang terjadi disekitar kita baik dalam air, tanah dan udara. Dengan mempelajari materi pada topik 1 dan topik 2 ini mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan komponen komponen lingkungan hidup atau keberadaan bahan kimia yang tersebar pada media lingkungan hidup, proses-proses kimia atau daur bahan kimia dalam lingkungan hidup serta perubahan-perubahan yang terjadi dalam lingkungan hidup. Materi ini merupakan kompetensi yang harus **dikuasi oleh lulusan kimia apabila bekerja pada dinas atau lembaga swasta yang bergerak dalam bidang penanganan dan pengawasan dampak lingkungan hidup yang disebabkan oleh suatu kegiatan seperti BLH, BPOM, industri kelapa sawit, industri semen, industri pertambangan dan perminyakan, serta usaha lainnya yang diperkirakan akan menimbulkan dampak bagi lingkungan.** Manfaat dari proses pembelajaran ini ditujukan agar mahasiswa dapat menjelaskan konsep kimia lingkungan yang meliputi komponen lingkungan dan perubahan lingkungan. Materi dalam bab I ini dilengkapi latihan soal dengan tujuan agar mahasiswa dapat mengukur

TOPIK 1

KOMPONEN LINGKUNGAN

A. Bahan Kimia yang Tersebar dalam Lingkungan

Sebagaimana telah kita ketahui bahwa bahan kimia yang tersebar meluas dalam lingkungan hidup, ada yang berbentuk gas, zat cair dan ada juga yang berbentuk padatan. Bahan-bahan kimia yang tersebar dalam lingkungan hidup ini berupa senyawa anorganik (air, oksigen, karbon dioksida, nitrogen, dan mineral-mineral esensial lainnya), senyawa organik (protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan senyawa-senyawa organik lainnya yang lebih kompleks dan sangat diperlukan untuk hidup) serta bermacam-macam logam. Bahan-bahan kimia ini tersebar dalam tiga media fisik lingkungan hidup, yaitu dalam udara air (hidrosfer) dan dalam tanah (litosfer).

B. Bahan Kimia dalam Atmosfer



Gambar 1. 1 Ilustrasi bumi
(Kredit foto oleh Simon, 2003)

TOPIK

2

PERUBAHAN LINGKUNGAN

Lingkungan hidup dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang mendukung kehidupan serta proses-proses yang terlibat dalam aliran energi dan siklus materi. Karenanya keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung apabila komponen yang terlibat dalam interaksi dapat berperan sesuai kondisi keseimbangan serta berlangsungnya aliran energi dan siklus biogeokimia.

Keseimbangan lingkungan dapat terganggu jika terjadi perubahan berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya rantai makanan dalam ekosistem di lingkungan itu. Lingkungan yang seimbang memiliki daya lenting dan daya dukung yang tinggi. Daya lenting adalah daya untuk pulih kembali ke keadaan seimbang. Daya dukung adalah kemampuan lingkungan untuk dapat memenuhi kebutuhan sejumlah makhluk hidup agar dapat tumbuh dan berkembang secara wajar di dalamnya. Keseimbangan lingkungan ini ditentukan oleh seimbangannya energi yang masuk dan energi yang digunakan, seimbangannya antara bahan makanan yang terbentuk dengan yang digunakan, seimbangannya antara faktor-faktor abiotik dengan faktor-faktor biotik. Gangguan terhadap salah satu faktor dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

Kegiatan pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia sering menimbulkan perubahan lingkungan. Perubahan tersebut menjadikan kerusakan lingkungan yang

BAB 2 | PENCEMARAN AIR

Saudara mahasiswa sekalian dalam bab II, kita akan membahas **Pencemaran Air** yang terdapat disekitar kita yang berasal dari kesengajaan manusia dan aktifitas alamiah. Merujuk penting materi ini untuk dipelajari, maka topik-topik dari bab II ini dijelaskan tentang **sifat dan kegunaan air, siklus hidrologi, pencemaran air, toksikologi, dan kegunaan zat-zat kimia dalam air**. Manfaat dari proses pembelajaran ini ditujukan agar mahasiswa dapat menjelaskan konsep pencemaran lingkungan pada media air. Materi dalam bab II ini dilengkapi dengan latihan soal tujuannya agar mahasiswa dapat mengukur kemampuan dan pemahamannya terhadap materi yang dipelajari dalam bab II ini.

TOPIK 1

SIFAT DAN KEGUNAAN AIR

Air merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia. Di muka bumi ini keberadaan air sangat berlimpah, mulai dari mata air, sungai, waduk, danau, laut hingga samudera. Air merupakan sumber daya alam yang sangat diperlukan oleh banyak orang, bahkan semua makhluk hidup. Air yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimiawi H_2O , dimana satu molekul air tersusun dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Secara fisik air tidak memiliki warna, tidak berasa dan tidak berbau. Air dapat berwujud padat, cair maupun gas, bentuk mana yang akan ditemui tergantung keadaan cuaca setempat. Kepadatan (*density*), seperti halnya bentuk, juga tergantung pada temperatur dan tekanan (P). Air merupakan suatu larutan yang hampir-hampir bersifat universal, maka zat-zat yang paling alamiah maupun buatan manusia hingga tingkat tertentu terlarut di dalamnya. Dengan demikian, air di dalam mengandung zat-zat terlarut. Zat-zat ini sering disebut pencemar yang terdapat dalam air (Linsley dan Franzini, 1992).

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kesehatan lingkungan bagi masyarakat itu sendiri. Sampai saat ini, penyediaan air bersih untuk masyarakat Indonesia masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan sampai saat ini belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat.

TOPIK

2

SIKLUS HIDROLOGI

Siklus hidrologi adalah sebuah proses pergerakan air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara kontinyu (Triatmodjo, 2008). Selain berlangsung secara kontinyu, siklus hidrologi juga merupakan siklus yang bersifat konstan pada sembarang daerah (Wisler dan Brater, 1959). Siklus hidrologi dimulai dengan terjadinya penguapan air ke udara. Air yang menguap tersebut kemudian mengalami proses kodensasi (penggumpalan) di udara yang kemudian membentuk gumpalan – gumpalan yang dikenal dengan istilah awan (Triatmodjo, 2008).

Awan yang terbentuk kemudian jatuh kembali ke bumi dalam bentuk hujan atau salju yang disebabkan oleh adanya perubahan iklim dan cuaca. Butiran – butiran air tersebut sebagian ada yang langsung masuk ke permukaan tanah (infiltrasi), dan sebagian mengalir sebagai aliran permukaan. Aliran permukaan yang mengalir kemudian masuk ke dalam tampungan – tampungan seperti danau, waduk, dan cekungan tanah lain dan selanjutnya terulang kembali rangkaian siklus hidrologi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

TOPIK

3

PENCEMARAN AIR

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut. Cottam (1969) mengemukakan bahwa pencemaran air adalah bertambahnya suatu material atau bahan dan setiap tindakan manusia yang mempengaruhi kondisi perairan sehingga mengurangi atau merusak daya guna perairan. Danau, sungai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan manusia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Selain mengalirkan air juga mengalirkan sedimen dan polutan. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia.

Pemanfaatan terbesar danau, sungai, lautan dan air tanah adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya berpotensi sebagai objek wisata. Air merupakan kebutuhan vital bagi seluruh makhluk hidup, termasuk manusia. Untuk dapat dikonsumsi air harus memenuhi syarat fisik, kimia maupun biologis. Akan tetapi apabila air tersebut tidak baik dan tidak layak untuk dikonsumsi, maka air tersebut bisa dikatakan tercemar.

Penyebab pencemaran air diantaranya :

1. Pembuangan limbah industri ke perairan (sungai, danau, laut).
2. Pembuangan limbah rumah tangga (domestik) ke sungai, seperti air cucian, air kamar mandi.
3. Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan.

TOPIK

4

TOKSIKOLOGI

Secara asal kata, toksikologi berasal dari kata: “*toxic*” dan “*logos*”. *Toxic* berarti racun dan *logos* adalah ilmu. Dengan demikian, diartikan secara ringkas “toksikologi” adalah “ilmu tentang racun”. Toksikologi adalah ilmu yang mempelajari racun kimia dan fisik yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan menimbulkan pencemaran lingkungan (Casarett dan Doull, 2008). Definisi tentang racun ini sebagai agen yang menyebabkan kerusakan atau kematian bila dicerna atau diabsorpsi. Toksikologi juga meliputi bahan xenobiotik atau bahan kimia terhadap organisme hidup. Toksikologi modern berkembang melampaui studi tentang pengaruh merusak oleh agen-agen eksogenus dengan mengasimilasi pengetahuan dan teknik dari berbagai cabang ilmu yaitu biologi, biokimia, genetika, matematik, kedokteran, farmakologi, fisiologi dan fisik serta menerapkan evaluasi keamanan dan risiko dari disiplin ilmu-ilmu tersebut. Racun (*poison*) adalah setiap agen yang dapat menyebabkan kerusakan dalam sistem biologi. Pada hakikatnya setiap bahan kimia memiliki potensi untuk menghasilkan kerusakan atau kematian apabila bahan tersebut ada dalam jumlah yang cukup untuk mengakibatkan kerusakan atau kematian pada suatu organisme.

Jadi, dosis dari suatu agen kimia yang dapat mematikan suatu organisme akan bergantung pada jenis agen kimia tersebut, jenis hewan atau organisme, jenis kelamin, umur dan kondisi-kondisi lainnya. Kondisi lainnya ini adalah kondisi

TOPIK

5

KEGUNAAN ZAT-ZAT KIMIA DALAM AIR

Air mengandung 75,3% zat kimia anorganik dan 24,7% zat kimia organik. Zat kimia organik misalnya magnesium, kalsium, nitrat, fosfat dan lain-lain. Sedangkan zat kimia anorganik, yaitu aluminium, barium, klorium, mangan, tembaga, fluorida, timbal, kromium, kadmium, dan lain lain.

A. Kandungan Zat Kimia pada Air Laut

Air laut memiliki enam ion yang paling melimpah adalah klorida (Cl^-), natrium (Na^+), sulfat (SO_4^{2-}), magnesium (Mg^{2+}), kalsium (Ca^{2+}), dan kalium (K^+). Berat ion-ion ini membentuk sekitar 99% dari semua garam laut. Jumlah garam-garam ini dalam volume air laut bervariasi karena penambahan atau pembuangan air secara lokal misalnya melalui presipitasi dan penguapan. Kandungan garam di laut ditunjukkan oleh salinitas (S), yang didefinisikan sebagai jumlah garam dalam gram yang dilarutkan dalam satu kilogram air dan dinyatakan dalam bagian per seribu. Salinitas di laut terbuka telah diamati berkisar dari sekitar 34 hingga 37 bagian per seribu (‰ atau ppt), yang juga dapat dinyatakan sebagai 34 hingga 37 unit salinitas praktis (psu).

Air laut memiliki komposisi kelarutan mineral dan ion yang mirip dengan komposisi plasma darah manusia. Mandi atau berendam di air laut ternyata bermanfaat untuk kesehatan. Rata-rata, air laut memiliki 3,5 persen garam

BAB 3

PENCEMARAN UDARA

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber-sumber alami maupun kegiatan manusia. Udara adalah salah satu elemen yang sangat penting sebagai penunjang semua makhluk. Bisa kalian bayangkan bagaimana jika di dunia ini tidak ada sedikit saja, maka semua akan mati karena tidak bisa bernafas. Bukan hanya itu saja peranan penting dari udara ini bukan hanya digunakan untuk manusia tapi semua makhluk hidup. Maka dari itu manusia selaku salah satu makhluk yang mempunyai akal dan pikiran harus bertanggung jawab atas kondisi kesehatan dan kebersihan udara sendiri.



Gambar 3. 1 Pencemaran Udara dari Asap Pabrik
(Kredit foto oleh <https://rtmagazine.com/>)

BAB

4

PENCEMARAN TANAH

Definisi tanah, klasifikasi tanah dan sifat tanah, kimia tanah dan pembentukan tanah, toksikologi tanah. Pencemaran tanah adalah keadaan atau suatu kondisi dimana bahan/zat kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Penyebab pencemaran tanah dapat disebabkan beberapa hal diantaranya :

1. Bahan atau benda yang tidak dapat di daur ulang misalnya plastik, kaca, logam dan karet. Jika benda-benda tersebut tertimbun dalam tanah maka struktur tanah menjadi rusak.
2. Zat kimia misalnya sisa pestisida dari pertanian yang meresap kedalam tanah ataupun sisa limbah industri dan rumah tangga seperti deterjen dan lainnya.
3. Pengikisan lapisan humus (*topsoil*) oleh air.
4. Deposit senyawa asam dari peristiwa hujan asam.

TOPIK 1

DEFINISI TANAH

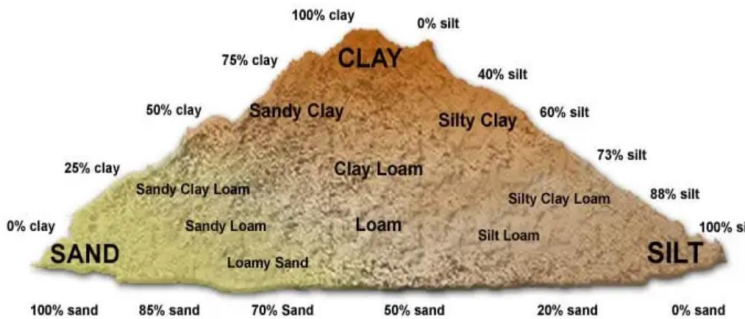
Menurut Das (1985), tanah di alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Butiran-butiran tersebut dengan mudah dipisahkan satu sama lain dengan campuran air yang dikocok. Material ini berasal dari pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat teknis tanah, kecuali oleh sifat batuan induk yang merupakan material asal, juga dipengaruhi oleh kandungan-kandungan bagian luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau, dan lempung digunakan dalam Teknik Sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi alam, tanah terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan organik. Material campurannya kemudian dipakai sebagai nama tambahan di belakang material unsur utamanya. Sebagai contoh, lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung dan sebagainya. Tanah terdiri dari 3 komponen, yaitu udara, air, dan bahan padat. Ruang di antara butiran-butiran, sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga tersebut terisi air seluruhnya, tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Bila rongga terisi udara dan air, tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partially saturated*). Tanah kering adalah tanah yang tidak mengandung air sama sekali atau kadar airnya nol. Tanah juga merupakan campuran dari mineral, udara/gas, air, bahan organik, dan berbagai macam organisme.

TOPIK 2

KLASIFIKASI TANAH DAN SIFAT TANAH

A. Klasifikasi Tanah

Tahukah kamu kalau tanah dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu *clay* (tanah liat/lempung), *silt* (lumpur), dan *sand* (pasir).



Gambar 4. 1 Jenis-Jenis Tanah
(Kredit foto oleh Enchantedlearning.com)

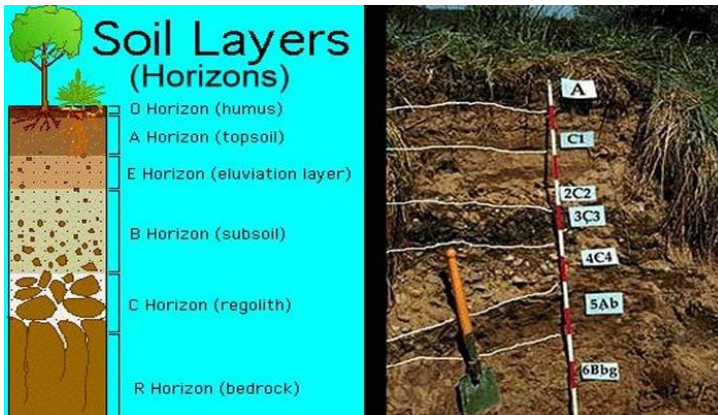
1. Tanah Lempung

Tanah lempung adalah jenis tanah yang sangat baik untuk berkebun. Tanah ini merupakan perpaduan antara tanah liat, tanah berpasir, dan lumpur. Tanah ini terdiri dari partikel-partikel yang sangat halus dan tidak mengandung banyak bahan organik, teksturnya lengket. Lalu, tanah liat bisa mempertahankan kelembapannya dengan baik, sehingga lebih kaya akan nutrisi dibandingkan dengan jenis tanah lainnya.

TOPIK 3

PEMBENTUKAN TANAH

Pembentukan tanah atau pedogenesis adalah proses evolusi tanah di bawah pengaruh berbagai faktor fisik, biologi, iklim, dan geologi. Pembentukan tanah terjadi melalui serangkaian perubahan bahan induk yang kesemuanya bermuara pada terbentuknya lapisan-lapisan tanah yang disebut juga horizon tanah.



Gambar 4. 2 Komposisi Air Limbah
(Kredit foto oleh Enchantedlearning.com)

Pembentukan tanah terjadi dalam beberapa tahap, diawali dengan terjadinya proses pelapukan pada batuan. Batuan yang sudah mengalami pelapukan akan dimasuki air dan udara. Keduanya merembes masuk ke dalam batuan. Akibatnya terjadi pelapukan di dalam batuan. Pada proses ini, makhluk hidup akan

TOPIK

4

TOKSIKOLOGI TANAH

Pencemaran tanah adalah adanya bahan kimia seperti polutan atau kontaminan yang berada di dalam tanah, serta bisa menjadi racun. Pencemaran tanah dengan konsentrasi yang cukup tinggi dapat menimbulkan dampak negatif tidak hanya bagi lingkungan namun juga manusia itu sendiri. Tanah memiliki berbagai senyawa yang memang telah ada secara alami, walaupun ia tidak tercemar. Senyawa seperti fosfat, karbonat, sulfat, nitrat, juga senyawa-senyawa organik seperti asam lemak, DNA, PAH, dan lain sebagainya. Polusi akan terhasil apabila jumlah kontaminan pada tanah melebihi tingkat yang seharusnya. Sebenarnya ada dua faktor yang menyebabkan mengapa tanah mengalami pencemaran. Pertama, yang diakibatkan oleh manusia itu sendiri dan bisa juga alam menjadi penyebabnya. Memang, penyebab yang manusia lakukan juga bisa terbagi ke dalam dua hal, yaitu sengaja atau tidak disengaja. Pencemaran yang manusia lakukan kita kenal dengan sebutan *antropogenik*. Ketika para petani terlalu banyak menggunakan pestisida, hal ini juga dapat mencemari tanah. Selain itu, berbagai kegiatan industri (tekstil, obat-obatan, minyak bumi, dll), emisi radioaktif (*radium, thorium, uranium, dll*), limbah rumah tangga, dapat mencemari tanah dengan kandungan zat kimia yang beracun. Hal-hal seperti ketidaksengajaan atas kebocoran bahan kimia, kegiatan pengecoran, pertambangan, konstruksi, kegiatan transportasi, hingga kegiatan pembuangan limbah kimia oleh berbagai pihak juga menjadi penyebab mengapa pencemaran tanah terjadi.

BAB

5

LIMBAH DAN PENGOLAHANNYA

Rekan-rekan mahasiswa yang saya banggakan sampailah kita pada bab V ini yang akan membahas tentang limbah dan pengolahannya. Pada bab-bab sebelumnya kita sudah membahas tentang bagaimana terjadi pencemaran di lingkungan, sumbernya serta bahaya bagi makhluk hidup. Nah, pada bab V ini merupakan topik solusi dalam menangani pencemaran itu. Topik-topik pada bab V ini tentang sumber dan jenis, dampak pencemaran limbah pada lingkungan, komposisi limbah, jenis pengelolaan limbah.

TOPIK

1

SUMBER DAN JENIS LIMBAH

Berdasarkan keputusan Menperindag RI No. 231/MPP/Kep/7/1997 Pasal I tentang prosedur impor limbah, menyatakan bahwa limbah adalah bahan/barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan atau proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya, kecuali yang dapat dimakan oleh manusia dan hewan. Pengertian limbah menurut WHO yaitu sesuatu yang tidak berguna, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya.

Pengelompokan limbah berdasarkan bentuk atau wujudnya dapat dibagi menjadi empat diantaranya yaitu: limbah cair, limbah padat, limbah gas dan limbah suara. Artikel ini akan menjelaskan secara rinci masing-masing jenis limbah ini.

A. Limbah Cair

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menjelaskan pengertian dari limbah yaitu sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Pengertian limbah cair lainnya adalah sisa hasil buangan proses produksi atau aktivitas domestik yang berupa cairan. Limbah cair dapat berupa air beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur (tersuspensi) maupun terlarut dalam air. Limbah cair dapat diklasifikasikan dalam empat kelompok diantaranya yaitu:

TOPIK

2

DAMPAK PENCEMARAN LIMBAH PADA LINGKUNGAN

Hasil pembuangan limbah menghasilkan zat beracun yang menyebabkan tempat tumbuhnya kuman yang berkembang biak. Dengan pembuangan cairan limbah yang sembarangan bisa menimbulkan berbagai masalah bagi manusia, lingkungan dan air. Limbah juga dapat menumbuhkan bibit penyakit atau kuman lainnya yang merugikan bagi manusia. Membuat manusia akan mudah terserang berbagai macam penyakit karena pengaruh dari bahan kimia yang mencemari air. Cairan limbah lama kelamaan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk, dan bau busuk ini akan mengakibatkan gangguan pernapasan bagi masyarakat di sekitar.

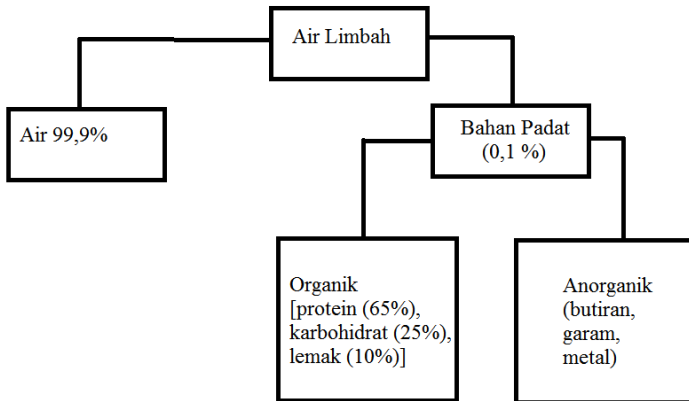
Contoh sederhana dari penghasil limbah berdasarkan bentuk fisik adalah manusia. Tubuh manusia menghasilkan macam limbah padat (tinja), limbah cair (kencing) dan limbah gas (karbondioksida atau CO₂). Pembuangan limbah dari manusia pun harus dikelola agar tidak mengganggu kesehatan dan lingkungan hidup. Disamping pembagian berdasarkan zat pembentuk dan bentuk fisiknya, ada yang disebut Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3). Limbah ini dapat berbentuk padat, cair dan gas. Limbah B3 adalah setiap bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, bersifat korosif, dan lain-lain.

Bila diuji dengan toksikologi, limbah B3 memiliki konsentrasi atau jumlah yang dapat merusak, mencemarkan

TOPIK 3

KOMPOSISI LIMBAH

Komposisi limbah sangat beraneka ragam, tergantung sumber limbah dan wujud limbah. Dalam topik ini akan dibahas komposisi limbah cair dan limbah padat. Komposisi air limbah tergantung dari sumbernya, tetapi sebagian besar air limbah memiliki komposisi sebagai berikut :



Gambar 5. 1 Komposisi Air Limbah
(Sugiharto, 1987)

Secara umum bahan pencemar limbah cair dapat dikelompokkan dalam 8 jenis utama yaitu:

1. Limbah yang memerlukan oksigen
2. Agen-agen penyebab penyakit

TOPIK

4

JENIS PENGELOLAAN LIMBAH

Pada topik 4 kali ini kita akan membahas tentang jenis pengolahan limbah secara tepat untuk mengatasi pencemaran yang terjadi di lingkungan. Apabila berbicara tentang pencemaran sebelumnya maka topik pengolahan limbah, kita fokuskan pada limbah B3.

A. Pengertian Limbah B3

Menurut PP No. 74 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), yang dimaksud dengan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun didefinisikan sebagai bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.

Definisi limbah B3 berdasarkan BAPEDAL (1995) ialah setiap bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifat (*toxicity, flammability, reactivity, dan corrosivity*) serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia.

Sedangkan definisi menurut OSHA (*Occupational Safety and Health of the United State Government*) B3 adalah bahan yang karena sifat kimia maupun kondisi fisiknya sangat berpotensi

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. 2003. *"Tingkat Kontaminasi Logam Berat Hg dan Pb di Perairan Muara Cunda Lhokseumawe Aceh Utara"*. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Boran, M dan Altinox L. 2010. *"A Review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organisms in The Black Sea"*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 10. Hal 565-572.
- Casarett L.J, dan Doull, J. 2008. *"Toxicology: The Basic Science of Poisons"*. 7th ed. Klaassen, D. (Editor). United States of America: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Connell, D.W. and Miller, G.J. 1995. *"Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan"*. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Cooper, R.G. dan Harrison, A.P. 2009. *"The Uses and Adverse Effects of Berillium on Health"*. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine. Vol. 13(2):65 - 76.
- Cottam, T. 1969. *"Research for Establishment of Water Quality Criteria for Aquatic Life"*. Reprint Transac of the 2nd Seminar on Biology, April 20-24, Ohio.
- Darmono. 1995. *"Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup"*. Hal 96-99. Indonesia University Press, Jakarta.
- Darmono. 2001. *"Lingkungan Hidup dan Pencemaran"*. Hal 140-141. Indonesia University Press, Jakarta.
- Das, B.M. 1985. *"Mekanika Tanah"* (Jilid 1) Terjemahan. Jakarta: Erlangga.
- Fardiaz, S. 2003. *"Polusi Air dan Udara"*. Kanisius. Yogyakarta.
- Goyer, R.A. 1986. *"Toxics Effect of Metal"*. Hal. 582 - 635. Dalam *Toxicology: The Basic of Science of Topic in Organometallic Chemistry*, 32: 1 - 20.
- Hutagalung H.P. dan Rozak, A. 1997. *"Penentuan Kadar Nitrat. Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota"*. Hutagalung

- Wattimury, J.H., Santi, D., dan Susilowati. 2012. "*Studi Adsorpsi Ion Crom (III) Menggunakan Kulit Pisang Kepok (Musa normalis L.)*". Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Papua, Manokwari.
- Wisler, C.O., dan E.F. Brater. 1959. "*Hydrology*". John Wiley & Sons, Inc., New York.

TENTANG PENULIS



Dr. Jacson Victor Morin, S.Si., M.Sc. Lahir di Biak Tahun 1982, Memulai Pendidikan formal tingkat dasar di SD YPPK 4 (1987-1993), dilanjutkan tingkat menengah ke SMP N 4 (1993-1996) dan SMA N 1 Jurusan IPA (1996-1999) dari SD sampai dengan SMA dikota kelahirannya. Tahun 2000 melanjutkan pendidikan di Fakultas MIPA

Universitas Cenderawasih dan tamat tahun 2004, pada Tahun 2009 melanjutkan studi S2 pada Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada minat kimia lingkungan dan lulus pada tahun 2011, pada Tahun 2016 melanjutkan studi S3 pada Jurusan Kimia Universitas Gadjah Mada minat kimia lingkungan dan lulus tahun 2021. Beasiswa yang pernah diraih ialah PPA (2000-2004), OTSUS (2009-2011) dan BUDIDN-LPDP (2016-2020).

Setelah menamatkan S1 kemudian menjadi staf pendidik di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Papua hingga saat ini. Bidang minat penelitian yang ditekuni adalah kimia lingkungan khususnya bioremediasi, kimia material dan sensor. Rekam jejak publikasi dapat ditelusuri dengan nomor ID Sinta : 6647446, ID Scopus 57210260961, dan ID Orcid 0000-0002-1962-5890, dengan kategori pada jurnal ilmiah nasional dan internasional.



Dr. Darma Santi, S.Si., M.Sc., lahir di Jayapura Papua, 31 Oktober 1984. Memulai Pendidikan formal tingkat dasar di SD N Inpres I Koya Timur (1990-1996), dilanjutkan tingkat menengah ke SMP N 1 Abepura (1996-1999) dan SMA N 1 Jayapura Jurusan IPA (1999-2002). Pendidikan tinggi dimulai dari program S1 pada Program Studi Kimia

Universitas Cenderawasih (2002-2006), program S2 minat Kimia Fisika Departemen Kimia Universitas Gadjah Mada (2009-2011), dan program S3 bidang Kimia Fisika Departemen Kimia Universitas Gadjah Mada (2009-2020). Beasiswa yang pernah diraih ialah BPS-TPSDP (2002-2006), BPPDN (2009-2011) dan BUDIDN-LPDP (2016-2020).

Setelah menamatkan S1 kemudian menjadi staf pendidik di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Papua hingga saat ini. Bidang minat penelitian yang ditekuni adalah kimia fisika khususnya material katalis dan adsorben (zeolit, karbon dan material berbasis biomassa) serta energi terbarukan. Hasil penelitian telah banyak dipublikasikan di beberapa jurnal ilmiah nasional dan internasional dan rekam jejak publikasi dapat dilihat dengan nomor ID Sinta 6124973, ID Scopus 57210260961, ID Google Scholar OiFtBigAAAAJ, dan ID Orcid 0000-0003-0441-0085 serta terdaftar di Researchgate dan Publons.