

**MASALAH LINGKUNGAN DITINJAU DARI SEGI
PENCEMARAN**



Oleh

DRS. EMLIAS, M.Si.

UNIVERSITAS NEGERI PADANG	
TANGGAL	12-5-2000
NOMOR/HARGA	H
KOLEKSI	KI
NO. INVENTARIS	4130/K/2000-M2/2J
KLASIFIKASI	574.522 2 ENV - M2

**JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2000**

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul : "Masalah Lingkungan Ditinjau Dari Segi Pencemaran".

Dalam buku ini dibahas masalah lingkungan khusus yang berhubungan dengan pencemaran. dalam hal ini masalah pencemaran udara, pencemaran air dan pencemaran tanah.

Penulisan ini adalah hasil dari kumpulan pengalaman selama mengajar pada mata kuliah pengetahuan lingkungan dan sebagian besar adalah hasil kumpulan beberapa pustaka antara lain berupa buku-buku, peraturan-peraturan dan perundang-undangan yang berhubungan dengan lingkungan hidup dan makalah-makalah yang telah diseminarkan oleh para pakar.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada, Dra. Syamsul Akmal atas kesediaannya memeriksa dan memberikan saran terhadap penulisan ini. Juga tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada teman-teman sejawat yang dengan senang hati memberi saran, meminjamkan beberapa literatur untuk melengkapi dan sempurnanya penulisan ini.

Walaupun demikian penulis menyadari bahwa buku ini masih banyak kekurangannya. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca.

Semoga buku ini bermanfaat.

Padang. April 2000

Penulis.

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
I PENDAHULUAN.....	1
II PENCEMARAN UDARA.....	6
2.1 Penyebab Pencemaran Udara.....	6
2.2 Pengaruh Pencemaran Udara Terhadap lingkungan.....	13
2.3 Pengendalian (Pencegahan) Pencemaran Udara.....	24
III PENCEMARAN AIR.....	32
3.1 Pencemaran Pada Air Tawar.....	35
3.2 Pencemaran Pada Air Laut.....	37
3.3 Pengaruh Pencemaran Air Terhadap Manusia, hewan dan tumbuhan.....	43
3.4 Penanggulangan Pencemaran Air.....	48
IV PENCEMARAN TANAH.....	51
4.1 Bahan Pencemar Tanah.....	52
4.2 Akibat Pencemaran Tanah.....	54
4.3 Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran Tanah...	57
DAFTAR PUSTAKA.....	59

BAB I

PENDAHULUAN

Dalam beberapa dasawarsa terakhir ini, masalah lingkungan hidup telah menjadi pusat perhatian masyarakat dunia. Organisasi-organisasi yang menangani masalah lingkungan, serta lembaga-lembaga studi tentang lingkungan hidup bertumbuhan dimana-mana. Dalam hal ini PBB dalam konferensi yang dinamai UN-Conference the Human Enviroment pada bulan Juni 1972 di Stockholom telah memutuskan untuk membentuk suatu badan "Governing Council on Environmental Programmes". Dalam hal ini Indonesia pun tidak ketinggalan, yang ditandai dengan adanya menteri Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup (PPLH). Beberapa peraturan daerah maupun pusat sudah dibuat, bahkan Undang-undang No.4 Tahun 1982 tentang Pokok-pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup telah diumumkan pada tanggal 11 Maret 1982.

Masalah lingkungan ini menjadi perhatian bukannya tak beralasan, karena dunia telah dihebohkan dengan beberapa masalah yang ditimbulkan oleh lingkungan hidup, antara lain masalah banjir, kekeringan, kepadatan penduduk, erosi dan masalah pencemaran, menghangatnya iklim bumi sebagai akibat menipisnya lapisan ozon di atmosfer dan meningkatnya karbon dioksida di udara, meningkatnya ancaman limbah B3 (Bahan berbahaya dan beracun) akibat pencemaran industri, dan lain-lain. Kesemuanya ini disadari akibat perkembangan teknologi modern (R.E. Soeriaatmadja, 1990, hal. 8-9).

Manusia dengan lingkungannya menyatu, tidak dapat dipisahkan, bila dipisahkan kehidupan tidak berlangsung lagi. Lingkungan fisis bagi manusia adalah atmosfer, hidrosfer, litosfer, dan biosfer. Untuk keperluan hidup sehari-hari, manusia mutlak harus mendayagunakan sumber-sumber alam atau lingkungan fisis yang dikemukakan di atas yang berada di sekitarnya.

Lingkungan hidup mempengaruhi dan dipengaruhi oleh manusia. Tingkah laku manusia selalu berpengaruh terhadap lingkungan dan sebaliknya lingkungan berpengaruh terhadap manusia. Dengan kata lain ada hubungan timbal balik (reciprocal) antara manusia dengan lingkungan hidupnya.

Akibat pendayagunaan sumber daya alam (SDA) atau lingkungan yang tidak pada tempatnya, maka terjadilah gangguan keseimbangan, dan timbullah situasi khusus bagi individu atau masyarakat yang menggunakan sumber daya alam atau lingkungan tersebut.

Pencemaran lingkungan adalah salah satu bentuk perubahan kualitas lingkungan. Pencemaran ialah perubahan keadaan lingkungan yang merugikan bagi kehidupan sebagai akibat langsung atau tidak langsung dari kegiatan manusia. Keadaan merugikan dapat berupa; gangguan kesehatan pada manusia, menurunnya kualitas lingkungan atau terganggunya kenyamanan pada suatu daerah atau wilayah tertentu (Darmadi Goenarso, 1990, hal. 2).

Menurut Undang-undang Lingkungan Hidup No.4 Tahun 1982 pasal 1 butir 7 menyebutkan bahwa yang dimaksud dengan pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup,

zat, energi atau komponen lain kedalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Apabila disederhanakan, maka proses pencemaran itu ada 4 macam :

1. Masuk dan dimasukkannya zat pencemar kedalam lingkungan.
2. Ada kegiatan manusia atau proses alam.
3. Turunnya kualitas lingkungan.
4. Berkurangnya atau tidak dapat berfungsinya lingkungan sesuai dengan peruntukannya.

Ada dua kegiatan yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, yaitu proses alam dan kegiatan manusia. Proses alam itu antara lain ; pembusukan secara biologis, aktifitas gunung berapi, kebakaran hutan, senyawa hasil binatang dan tumbuhan, serta hasil reaksi-reaksi kimia di atmosfer. Kegiatan manusia yang menghasilkan pencemaran antara lain adalah hasil pembakaran, bahan bakar yang terjadi pada industri dan kendaraan bermotor, kegiatan ditambang dan di daerah pertanian, proses-proses di dalam pabrik, penyemprotan pestisida dan sebagainya.

Pencemaran yang disebabkan kegiatan manusia lebih memprihatinkan dibandingkan dengan kegiatan alam, karena kegiatannya bersifat kontinu dan selalu cenderung meningkat, sedangkan hasil proses alam bersifat insidental dan biasanya bersifat lokal. Jadi pada hakekatnya masalah pencemaran disebabkan karena kurangnya penguasaan dari manusia terhadap

alam sekitarnya. Apabila besar daya penguasaan ini, maka akan lebih sedikit masalah pencemaran yang dihadapi.

Zat yang menyebabkan pencemaran dinamakan polutan. Polutan dapat digambarkan sebagai substansi atau pola energi yang dilepaskan dalam jumlah yang salah, ditempat yang salah dan pada saat yang salah pula (Soenaryo, 1991, hal. 2).

Tidak semua polutan merugikan. Beberapa polutan dipakai secara langsung dalam lingkungan untuk meningkatkan sumber daya, namun mempunyai dampak yang merugikan pada sumber daya lain. Pestisida modern apabila dipakai secara langsung kelingkungan akan bermanfaat besar, akan tetapi apabila tertimbun dapat menyebabkan bahaya pada organisasi lain, termasuk faktor-faktor yang mendukung struktur tanah.

Bahan pencemar atau zat pencemar dapat berada di atmosfer, hidrosfer misalnya di air laut dan air tawar maupun meresap kedalam litosfer atau terbawa bersama flora dan fauna lainnya ke biosfer. Bahan pencemar disebut juga sebagai limbah. Limbah dapat berasal dari aktifitas domestik misalnya dari lingkungan perumahan atau pemukiman. Selain dari itu dapat juga berasal dari operasional industri atau pabrik.

Jenis limbah dapat dibedakan atas; bahan materi dan bahan non materi. Bahan materi berupa padat, cair dan gas. Sedangkan bahan non materi contohnya kebisingan, bahang atau hawa panas dan estetika.

Materi limbah juga dapat dibedakan atas bahan organik dan bahan non organik. Bahan organik dapat pula dibedakan atas bahan alam (berupa pelapukan tumbuhan dan hewan, tinja, mikroorganisme dan lain-lain) dan bahan sintesis, misalnya

PVC, pestisida, herbisida, detergen dan lain-lain. Sedangkan bahan non organik dapat pula dibedakan atas logam dan non logam. Logam misalnya Ca, Mg, K, Na, Fe, Pb, Hg, Cd, Cr dan lain-lain. Non logam misalnya sulfida, nitrat, fosfat, amonia, karbonat dan lain-lain.

Untuk lebih jelasnya pada bab-bab berikutnya akan diuraikan jenis-jenis pencemaran serta akibat yang ditimbulkannya. Dalam hal ini fokus permasalahan adalah pada pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah.

BAB II

PENCEMARAN UDARA

2.1 Penyebab Pencemaran Udara

Pada dasarnya ada dua faktor yang menentukan keadaan kualitas udara yaitu :

1. Keadaan alam
2. Masukan atau emisi dari kegiatan manusia dari berbagai aktifitas sektoral (Aca Sugandi, 1991, hal. 2).

Adapun keadaan alami yang banyak mempengaruhi kualitas udara yaitu; temperatur, topografi, kecepatan udara, kecepatan dan arah angin, kelembaban, curah hujan dan tekanan udara. Sedangkan masukan atau emisi dari kegiatan manusia yang dapat mempengaruhi kualitas udara yaitu debu, jelaga, abu yang berterbangan, asap dan komponen kimia lainnya seperti Arsenic, Alumunium dan lain-lain.

Udara alami selain terdiri dari gas dan uap air juga mengandung campuran partikel padat dan cair yang sangat halus yang disebut aerosol (Aca Sugandi, 1991, hal.2). Sedangkan udara bersih adalah udara yang hanya mengandung gas-gas saja dalam konsentrasi tertentu. Untuk mengetahui gas-gas apa saja yang terdapat di udara serta konsentrasi udara normal dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 Komponen Udara Normal

No.	Unsur	Konsentrasi (ppm)
1	Nitrogen	780.980
2	Oksigen	209.400
3	Argon	9.300
4	Karbon dioksida	315
5	Neon	18
6	Helium	5,2
7	Methane	1.0-1,2
8	Krypton	1,0
9	Nitroud oksida	0,5
10	Hidrogen	0,5
11	Xenon	0,008
12	Nitrogen oksida	0,02
13	Ozone	0,04

(Aca Sugandi, 1991, hal.3)

Sumber emisi bahan pencemar dalam hal ini dapat disebabkan oleh setiap kegiatan usaha yang menimbulkan emisi bahan pencemar. Dengan kata lain emisi merupakan akibat dari aktifitas kegiatan manusia.

Sedangkan asal sumber emisi bahan pencemar itu sendiri dapat dikategorikan kedalam dua golongan yaitu :

1. Sumber emisi bahan pencemar stasioner
2. Sumber emisi bahan pencemar bergerak

Sumber emisi bahan pencemar stasioner, biasanya dihasilkan akibat kegiatan industri dan pemukiman. Jenis industri yang potensial sebagai emisi bahan pencemar adalah :

1. Industri kilang minyak
2. Industri petrokimia
3. Industri pembangkit listrik
4. Industri besi baja
5. Industri semen
6. Industri kertas
7. Industri makanan
8. Industri kendaraan bermotor
9. Industri tambang tembaga
10. Industri pupuk
11. Industri kecil dan menengah lainnya

(Aca Sugandi, 1991, hal. 4).

Bahan pencemar yang dapat ditimbulkan oleh sumber stasioner (tak bergerak) tersebut di atas adalah :

1. Kabut asam sulfat atau sulfur trioksida
2. Oksida nitrogen (NO_x)
3. Karbon monoksida (CO)
4. Partikel padat
5. Hidrogen sulfida (H_2S)
6. Metil Merkaptan (CH_3SH)
7. Amonia (NH_3)
8. Gas Klorin
9. Hidrogen Klorida (HCl)

10. Flour, asam hidroflluorida atau senyawa an organik
- Flour
11. Timah hitam (Pb)
12. Gas-gas asam
13. Seng (Zn)
14. Air raksa (Hg)
15. Kadmium (Cd)
16. Arsen (As)
17. Antimon (Sb)
18. Radio Nuklida
19. Asap

(Prasetyo Sunaryo, 1991, hal. 3-4).

Bahan pencemar tersebut di atas walaupun banyak dipengaruhi oleh keadaan alam setempat (misalnya arah angin), tetapi karena asal sumber bahan pencemar tetap (stasioner) maka lingkungan sekitar yang terdekat merupakan kelompok yang mempunyai resiko tinggi mendapat dampak negatif.

Sumber emisi bahan pencemar yang bergerak, disebabkan emisi kendaraan bermotor. Hal ini khususnya berkaitan dengan sistim transportasi, terutama di jalan raya. Adapun bahan pencemar yang dapat ditimbulkan oleh kendaraan bermotor adalah :

1. Karbon monoksida (CO)
2. Sulfur Oksida
3. Oksida Nitrogen
4. Hidrokarbon

5. Partikel(debu)

(Widiatmini,1989, hal.4).

Kendaraan bermotor pada umumnya menggunakan bahan bakar bensin, solar dan gas. Dalam pembakaran, dengan adanya oksigen pada suhu tinggi mengeluarkan energi dan emisi gas-gas. Emisi yang dikeluarkan untuk semua bahan bakar jenisnya hampir sama tetapi komposisinya berbeda-beda, tergantung jenis bahan bakar dan kesempurnaan pembakaran. Jenis dan komposisi gas-gas yang dikeluarkan oleh bahan bakar bensin dan bahan bakar solar terlihat pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Emisi Dari Motor Bensin Dan Diesel
(Gram/Liter Bahan Bakar)

No	Jenis Emisi	Motor Bensin	Motor Solar
1	Aldehid (HCHO)	4	10
2	Karbon Monoksida(CO)	2300	60
3	Hidrokarbon	200	136
4	Oksida Nitrogen	113	220
5	Oksida Belerang	9	40
6	Asam Organik	4	35
7	Partikel (debu)	12	110

(Perkins,H.C, 1974, hal. 3).

Tingkat pencemaran kendaraan bermotor yang diakibatkan sangat bervariasi. Hal ini tergantung dari tingkat operasi kendaraan bermotor, kondisi tertentu dan atmosfer dan daerah perkotaan.

Selanjutnya, untuk lebih memahami bagaimana sifat-sifat dan tandanya sebagai pencemar udara dari gas-gas atau bahan pencemar tersebut di atas dapat dilihat dari :

1. Sulfur dioksida (SO_2)

- Sifat-sifat pentingnya; gas yang tidak berwarna dan tidak berbau tajam. Kelarutan tinggi, dalam air membentuk H_2SO_3
- Tanda sebagai pencemar; merusak vegetasi dan kesehatan.

2. Sulfur trioksida (SO_3)

- Sifat-sifat pentingnya; larut dalam air membentuk asam sulfat (H_2SO_4).
- Tanda sebagai pencemar adalah sangat korosif.

3. Hidrogen oksida (H_2S)

- Sifat-sifat pentingnya; berbau seperti telur busuk pada konsentrasi rendah dan tidak berbau pada konsentrasi tinggi.
- Tanda sebagai pencemar; sangat beracun.

4. Nitrous oksida

- Sifat-sifat pentingnya; gas tidak berwarna, digunakan sebagai gas pembawa pada aerosol.
- Tanda sebagai pencemar; relatif inert, tidak dihasilkan di dalam proses pembakaran.

5. Nitrit oksida (NO_x)

- Sifat-sifat pentingnya; gas tidak berbau.
- Tandanya sebagai pencemar; dihasilkan selama temperatur

tinggi, pembakaran dengan tekanan tinggi, dioksida menjadi NO_2 .

6. Nitrogen dioksida (NO_2)

- Sifat-sifat pentingnya; gas yang berwarna coklat sampai orange.
- Tandanya sebagai pencemar; komponen utama di dalam pembentukan asap fotokimia.

7. Karbon monoksida (CO)

- Sifat-sifat pentingnya; gas tidak berwarna dan tidak berbau.
- Tanda sebagai pencemar; dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna.

8. Karbon dioksida (CO_2)

- Sifat-sifat pentingnya; gas tidak berwarna dan tidak berbau.
- Tanda sebagai pencemar; terbentuk karena pembakaran sempurna, memungkinkan menimbulkan efek terhadap cuaca yang sifatnya global.

9. Ozone (O_3)

- Sifat-sifat pentingnya; sangat reaktif.
- Tandanya sebagai pencemar; merusak vegetasi dan sifatnya dihasilkan selama pembentukan asap (smog) fotokimia.

10. Hidrokarbon (C_nH_n)

- Sifat-sifat pentingnya; banyak, tergantung macamnya.
- Tandanya sebagai pencemar; beberapa hidrokarbon diemisikan dari automobil dan industri, lain-lainnya dibentuk di atmosfer.

2.2 Pengaruh Pencemaran Udara Terhadap Lingkungan

Tidak ada bentuk pencemaran terhadap lingkungan dan makhluk hidup yang paling memprihatinkan dan paling menyulitkan selain dari pada pencemaran udara (R.E.Soeriaatmadja,1991, hal.1). Terutama bila dikaitkan akibatnya terhadap makhluk hidup yang dapat mencapai tingkat bencana atau malapetaka. Benar, pencemaran airpun kalau terjadi memang memprihatinkan. Namun, air yang diminum atau yang digunakan manusia untuk mandi,cuci dan keperluan lainnya masih bisa diusahakan dengan berbagai perlakuan menjadi "air bersih". Lain halnya dengan udara, sekali tercemar, manusia mau tidak mau harus langsung menghirupnya, karena harus bernafas. Tumbuhanpun tidak dapat "berlari" untuk menghindarinya. Lebih memprihatinkan lagi, akibat pencemaran udara terhadap manusia sangat bervariasi dan amat sulit terdeteksi. Mata tiba-tiba gatal dan pedih, tenggorokan rasanya tersumbat,dan batuk-batuk. Atau pemandangan tiba-tiba berkabut, sehingga membahayakan. Orang yang berkendara di jalan raya. Bila terjadi tabrakan, korban harta dan jiwa tak terhindarkan. Paling buruk, pencemaran udara bisa menimbulkan bencana.

Berbicara tentang bencana akibat pencemaran udara bisa dalam bentuk kajian sejarah maupun kejadian yang mungkin timbul dimasa yang akan mendatang.

1. Kejadian sejarah

Banyak kejadian tercatat dalam sejarah tentang bencana akibat pencemaran udara yang harus dibayar dengan manusia yang menjadi sakit dan meninggal.

Menurut R.E. Soeriaatmadja, 1991, hal.2) melaporkan antara lain 2 peristiwa bencana sebagai berikut :

a. Bencana Di Lembah Meuse, Belgia 1930

Peristiwa bencana ini merupakan kejadian pertama yang tercatat secara tertulis dalam sejarah, sehingga menarik perhatian berbagai kalangan di seluruh dunia. Lembah "tragedi" tertangkap oleh inversi (cuaca) karena berada dalam cekungan, zat pencemar udara bertimbun dari sumbernya berupa antara lain ; pabrik peleburan seng, industri asam sulfur, pabrik gelas, pabrik baja. Konsentrasi gas SO_2 mencapai ukuran 22.600 mikrogram/ m^3 , sehingga ketika konsentrasi ini bertahan beberapa hari, dan bahkan kemudian cenderung terus meningkat, tidak kurang dari 600 penduduk jatuh sakit. Kemudian 60 orang diantaranya meninggal dunia. Memang pemantauan pencemaran udara tidak benar-benar dilakukan, tetapi tidak meragukan lagi bahwa penyebabnya adalah gas SO_2 . Butiran kabut yang mengandung Sulfur dioksida itu teroksidasi menjadi embun asam yang berbentuk partikel yang sangat halus, sehingga mampu menembus hingga kedalam paru-paru manusia.

b. Kecelakaan Di Poza Rica Meksiko

Malapetaka ini menghantam kota kecil Poza Rica yang berpenduduk 15.000 orang di Teluk Meksiko. Ketika tangki gas meledak dari sebuah pabrik yang mendaur ulang sulfur (belerang) dari gas alam. Gas asam sulfida terlepas keudara hanya dalam tempo 25 menit

saja, tetapi karena menyebar di suatu kawasan yang mengalami inversi udara dalam keadaan berkabut dan cuaca tenang, langsung menyambar 22 nyawa manusia melayang, dan 320 orang harus menjadi penghuni rumah sakit.

2. Kejadian Yang Mungkin Timbul

Otto Sumarwoto, 1991, hal. 3) membicarakan tentang Efek Rumah Kaca (ERK) yang terjadi dan akan terjadi di Bumi yang akan menimbulkan berbagai dampak lingkungan negatif dimasa yang akan datang. Sumber dampaknya adalah pencemaran udara, terutama makin tingginya pencemaran gas CO_2 dan CH_4 , serta makin menipisnya lapisan Ozon (O_3) sebagai akibat pencemaran gas fluorkarbon yang terklorinasi (CFC). Beberapa pakar mengatakan bahwa bumi ini sudah memasuki masa pemanasan global sebagai akibat pencemaran udara dari kedua gas tersebut diatas (utamanya gas CO_2 dan CFC). Indikasinya terarahkan oleh kenyataan bahwa enam tahun suhu udara terpanas dalam seratus tahun terakhir ini jatuh dalam dasawarsa (1980-1990) ini. Jika kecendrungan kenaikan kadar pencemaran gas CO_2 itu terus berlanjut sebagai akibat perilaku manusia di bumi, kadar CO_2 di bumi itu diperkirakan akan mencapai dua kali lipat dari kadar dalam masa praindustri pada tahun 2030. Selanjutnya Otto Sumarwoto menyatakan bahwa "Jika pemanasan global itu benar-benar terjadi, perubahan iklim tak terhindarkan yang dampaknya antara lain menimbulkan kenaikan permukaan air laut, meningkatkan bahaya erosi dan bahaya banjir".

1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025

Akibat Beberapa Zat Pencemar Udara Terhadap Manusia dan Tumbuhan :

1. Gas Karbondioksida (CO_2)

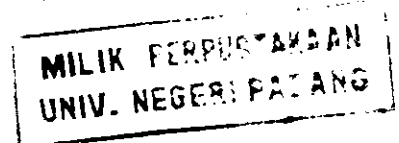
Gas karbondioksida sebenarnya merupakan zat alam yang sudah merupakan bagian yang normal dari gas lainnya yang terdapat di udara dengan kadar kurang lebih 0,05% (dari berat). Bahkan kehadiran gas karbondioksida dalam udara merupakan unsur penting buat kehidupan tumbuhan dan hewan. Tumbuhan menggunakan karbondioksida dan air untuk membentuk zat karbohidrat dalam proses fotosintesis. Karbohidrat ini pada gilirannya merupakan sumber pangan buat manusia. Sedangkan hasil tambahan dari fiksasi gas karbondioksida dengan air dalam proses fotosintesis itu menyumbangkan gas O_2 ke udara. Dan seperti diketahui gas O_2 ini penting buat proses pernafasan seluruh makhluk hidup di bumi ini. Namun, dalam kurang lebih dua ratus tahun terakhir ini, manusia dengan berbagai perilaku (pembangunannya) telah melepaskan sangat besar gas karbondioksida ke udara. Jumlah karbondioksida itu begitu besar dilepaskan oleh kegiatan manusia, di bumi (R.E Soeriaatmadja, 1991, hal.4). Sumber dari seluruh Karbondioksida antara lain adalah dari pembakaran bahan bakar minyak, batubara, gas alam untuk keperluan energi dalam kegiatan industrialisasi. Sebahagian juga disebabkan oleh pembakaran hutan dalam upaya membuka perladangan berpindah-pindah dan pembukaan hutan untuk diubah menjadi lahan

bagi kepentingan pembangunan (terutama di negara berkembang). Hal ini seringkali dianggap "ironis", sebab sebenarnya tumbuhan merupakan satu-satunya makhluk hidup yang dapat mengkonsumsi gas karbondioksida. Namun bila dibakar, tumbuhan melepas gas karbondioksida keudara.

Pencemaran udara oleh gas Karbondioksida, seperti telah diuraikan terdahulu, melalui efek rumah kacanya menimbulkan akibat dan dampak negatif penting terhadap manusia dan lingkungannya. Efek rumah kaca yang dapat meningkatkan tingginya permukaan laut dimasa datang, misalnya, akan menyebabkan terendamnya kawasan di sepanjang pantai oleh air laut yang naik ketinggiannya. Hal ini berarti baik luas kawasan pesisir dengan berbagai bentuk dan zona tumbuhan pantainya (alami maupun agroekosistem dan permukiman), kepadatan penduduk, kondisi sosioekonomi dan sosiobudaya masyarakat pantainya, semuanya akan terkena dampak penting yang tak boleh diabaikan. Indonesia yang merupakan negara kepulauan dengan panjang pantainya kurang lebih 80.000 kilometer telah dikategorikan oleh program lingkungan, Perserikatan bangsa-bangsa sebagai negara yang rentan terhadap kenaikan permukaan laut ini (Otto Sumarwoto, 1991, hal.4).

2. Gas Karbonmonoksida (CO)

Gas Karbon monoksida pada dasarnya, bila dikaitkan dengan kegiatan dan perilaku manusia, muncul akibat terjadinya proses pembakaran yang tak sempurna. Gas CO



ini tak berwarna, tak berbau dan tak terasakan. Kalau dikaitkan dengan Indonesia sebagai negara yang kaya akan gunung berapi dan berhutan tropis, gas CO ini juga tak boleh diabaikan, sebab keduanya juga merupakan sumber gas CO yang bisa berbahaya. Pembakaran hutan tropis juga dapat melepaskan gas CO ke udara. Bahkan dari metabolisme ganggang laut dan plangton juga sering dilepaskan gas CO ke udara (R.E. Soeriaatmadja, 1991, hal.5)

Kegiatan dan perilaku manusia dalam berbagai cara dan sistem pemanfaatan energi untuk industri dapat meningkatkan kadar CO di udara. Di kawasan industri di negara maju, misalnya dapat mencapai hingga lebih dari 14-24 miligram per meter kubik dalam periode lebih dari 8 jam terus bertahan. Ukuran pencemaran gas CO seperti itu sudah melampaui ambang batas yang diperbolehkan (10 miligram/m³). Dan tentunya dapat memberikan akibat buruk pada manusia dan lingkungan. Kadar CO yang tinggi dalam suatu rentang waktu tertentu dapat menimbulkan kematian pada manusia. Hal ini disebabkan oleh terjadinya gangguan (rintangan) dari daya dukung darah terhadap gas O₂ bila terdapat kehadiran CO dalam darah. Gas CO mempunyai tingkat afinitas terhadap butir darah merah (hemoglobin) 200 kali lebih besar daripada gas O₂ (R.E. Soeriaatmadja, 1991, hal.5). Hemoglobin yang sudah termasuk ke gas CO membentuk Karboksihemoglobin yang tak akan mampu lagi mengikat gas O₂, sehingga tak akan mampu juga untuk membawa gas O₂ yang diperlukan tubuh ke jaringan yang membutuhkannya. Secara lebih ringan

pengaruh pencemaran gas CO terhadap manusia bisa berkisar mulai tak mampu membedakan intensitas cahaya hingga kepusing kepala, pingsan dan menyebabkan iritasi pada mata (Perkins, 1974, hal. 10).

3. Sulfuroksida (SO_2)

Pembakaran batu bara, bahan bakar minyak, dan gas alam bisa juga menjadi sumber dari kehadiran sulfur oksida di udara hingga hingga pada tingkat mencemarkan. Di negara yang maju industrinya, dan membutuhkan energi listrik yang sangat besar melalui pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batu bara, misalnya, dapat merupakan sumber penyumbang gas SO_2 . Seperti halnya gas-gas lainnya yang telah dibahas sebelumnya, sulfurdioksida pun sebenarnya merupakan bagian dari gas yang terdapat di udara secara alami, namun dalam kadar yang relatif sangat rendah, lebih kurang 0,5 mikrogram/ m^3 . Dikota-kota dengan kegiatan industri yang menggunakan bahan bakar yang mengeluarkan pencemaran gas SO_2 tinggi, kadar SO_2 di udara bisa mencapai sampai 27-470 mikrogram/ m^3 (R.E Soeriaatmadja, 1991, hal.6).

Pencemaran gas SO_2 , terkenal dalam sejarah adalah peristiwa tahun 1966 di kota New York. Orang yang menderita penyakit pernafasan dan jantung tiba-tiba meningkat. Demikian juga pengunjung kerumah sakit dilaporkan meningkat secara tiba-tiba bagi penderita bronkhitis dan asma. Pada waktu itu di kota New York kadar gas SO_2 meningkat sampai 2.500 mikrogram/ m^3 (R.E. Soeriaatmadja, 1991, hal.6). Lebih lanjut R.E.

Soeriaatmadja mengatakan, kejadian lain yang muncul di Osaka Jepang yang menunjukkan bahwa tingkat kematian penduduk di kota itu ternyata berkorelasi positif dengan peningkatan pencemaran SO_2 yang mencapai kadar hingga 1000 mikrogram/ m^3 . Di Inggris terdapat bukti-bukti pula bahwa pencemaran Gas SO_2 itu dapat menimbulkan penyakit kanker paru-paru dan gangguan pada kesehatan mata.

Kadar SO_2 tinggi di udara, sekitar 1,0 ppm dalam periode pendedahan satu jam sudah akan menimbulkan kerusakan pada tumbuhan. Kerusakan tersebut ditandai oleh daun-daun tumbuhan yang menjadi kering ditepinya seperti terbakar, kemudian lama kelamaan seluruh permukaan daun menjadi pucat. Jaringan daun bisa juga menjadi secara kronis rusak, yang ditandai oleh kehilangan warna hijaunya, dan pada tingkat rusak sebagai kelanjutannya warna daun menjadi merah kecoklat-coklatan. Dilaporkan pula bahwa pada jaringan daun yang rusak oleh pencemaran gas SO_2 ini terdapat kadar asam sulfat yang tinggi dalam jaringannya (R.E. Soeriaatmadja, 1991, hal. 7).

4. Oksida Nitrogen (NO_x)

Oksida nitrogen yang paling berbahaya bagi kesehatan ialah gas NO dan NO_2 . Gas NO merupakan gas yang tak berwarna. Oksida nitrogen ini berasal dari kendaraan bermotor dan industri tenaga listrik. Oksida nitrogen merupakan hasil sampingan dari pembakaran dalam ruang pembakaran. Hal ini terjadi perubahan

tekanan dengan tiba-tiba sehingga suhunya menjadi tinggi. Selain itu juga dihasilkan pada industri asam nitrat. Jika gas NO bereaksi dengan udara terbentuk gas NO_2 yang lebih berbahaya. Gas ini dapat menimbulkan kanker pada kadar rendah dan menimbulkan kematian pada kadar tinggi. Disamping itu nitrogendioksida dapat menimbulkan gangguan pada manusia antara lain dapat meningkatkan prevalensi chronic non specific respiratory diseases (CNSRD) seperti asma dan bronkitis (Nani Djuangsih, 1991, hal. 1).

5. Hidrogen Flourida (HF)

Gas Hidrogen Flourida ini sangat toksis terhadap beberapa organisme. Beberapa spesies dapat binasa karena Hidrogen Flourida pada konsumsi kurang dari 1 ppm. Sumber utama dari gas ini adalah industri pengecoran besi, pabrik fosfat, pabrik aluminium.

6. Cloro Fluoro Carbon (CFC)

Menurut penelitian, CFC dikatakan gas yang bandel. Sifat molekulnya amat stabil, dan tidak mau bereaksi dengan senyawa apapun kecuali dengan Ozon. Kehebatan CFC membajak senyawa Ozon ini sudah terpantau sejak sepuluh tahun yang lalu, hasilnya cukup mengerikan, contoh berlobangnya lapisan Ozon (M. Soerjani, 1992, hal. 4). Lapisan Ozon ini berfungsi menahan 99 % dari radiasi sinar ultra violet yang berbahaya bagi kehidupan. Penyerapan sinar ultra violet oleh kulit akan menyebabkan kanker kulit, kerusakan mata

(Cataract), gangguan pada rantai makanan laut, dan kemungkinan kerusakan pada tanaman budi daya (M. Soerjani, 1992, hal. 5).

7. Debu (Partikulat)

Debu (partikulat) berlainan dengan gas-gas pencemar seperti telah diuraikan di atas, tidak terdiri atas hanya satu zat, melainkan terdiri atas beberapa komponen zat pencemar. Dalam suatu butir debu (partikulat), orang dapat menemukan unsur garam sulfat, sulfuroksida, timah hitam, asbestos, oksida besi, silika, jelaga dan unsur kimia lainnya. Sumber debu (partikulat) terutama berasal dari proses teknologis, antara lain umpamanya pembakaran, peledakan, peremukan, pelumatan, penyemprotan, penumbukkan dan sebagainya. Kota-kota besar, seperti Jakarta, Bandung, Semarang, Surabaya yang di dalamnya berlangsung berbagai bentuk kegiatan, termasuk lalu-lalangnya kendaraan di jalan yang berdebu, kadar debu/partikulatnya bisa sangat tinggi, sehingga melebihi 250-350 mikrogram/m³ pada suatu rentang waktu tertentu, pada saat kegiatan memuncak dan lingkungan tertentu pula. Biasanya, puncak kadar debu disuatu kota terjadi dipagi hingga siang hari, ketika masih terjadi inversi atmosfer yang kemudian bertumpu pula dengan peningkatan keramaian lalu lintas. Kegiatan industri seperti pabrik semen, pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batu bara, diesel, dan bahan bakar fosil lainnya juga merupakan sumber pencemaran debu/partikulat itu.

Akibat pencemaran debu/ partikulat terhadap manusia bisa mengancam kesehatannya. Namun berat ringannya akibat atau gangguan itu bergantung pada komposisi dari debu itu sendiri. Sasaran utama dari organ dalam tubuh manusia yang terancam adalah paru-paru. Meskipun demikian, organ tubuh lainnya mungkin juga menjadi sasaran ancaman. Partikulat yang menembus sistem pernafasan dapat terperangkap oleh lendir dan naik ke atas, sehingga pada gilirannya dapat tertelan dan masuk kedalam perut dan usus halus. Hasil penelitian dengan hewan percobaan menunjukkan bahwa partikulat yang mengandung hidrokarbon benzopirin dapat menumbuhkan sel kanker. Karena itu, hidrokarbon aromatik polinukleat ini bila terkandung dalam partikulat yang mencemari udara diperkirakan bertanggung jawab atas penyebab timbulnya kanker paru-paru dan perut pada manusia. Pencemaran debu di kawasan permukiman dekat dengan kawasan industri sebagai sumber penghasil debu/partikulat mungkin bertanggung jawab pula pada seringkali terjadinya penderita bronkhitis (R.E.Soeriaatmadja, 1991, hal. 8).

Secara tak langsung, pencemaran debu/partikulat dapat pula mempengaruhi kondisi cuaca. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa debu/partikulat itu dapat menjadi inti dari uap air yang mengembun yang kemudian akan terkondensasi dalam bentuk butir air yang kemudian mengubah pola hujan dari pola alaminya.

Kerusakan terhadap tumbuhan sebagai akibat pencemaran debu/partikulat dilaporkan memang terjadi, apabila pada butir debu atau partikulat itu terdapat komponen sulfur oksida. Namun, perkiraan bahwa daun-daun tumbuhan yang terlapisi oleh lumuran debu akan mengalami penurunan laju proses fotosintesis dalam tumbuhan secara keseluruhan masih harus dibuktikan dengan penelitian. Hasilnya hingga sekarang masih belum konklusif. Demikian pula, dugaan bahwa debu atau partikulat dapat menyumbat mulut daun yang dapat mengurangi kemampuan pertukaran udara di dalam dan luar jaringan daun masih merupakan suatu kontroversi (R.E.Soeriaatmadja, 1991, hal.8).

2.3 Pengendalian (pencegahan) Pencemaran Udara

Polusi udara atau pencemaran udara seperti halnya dengan pencemaran lainnya sangat membahayakan dan merugikan baik manusia maupun alam sekitarnya. Apabila polusi dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan kefatalan bagi manusia, karena semua aktivitas manusia tergantung kepada lingkungan. Untuk itu salah satu cara untuk mencegah polusi udara adalah dengan melakukan pengendalian terhadap polusi udara tersebut.

Dalam upaya pengendalian polusi udara pemerintah telah mengatur sedemikian rupa, yang bertujuan untuk mengurangi polusi, misalnya dalam hal mendirikan bangunan pabrik seharusnya pabrik itu didirikan dilingkungan yang masih sepi atau tidak dilingkungan perumahan penduduk, karena

apabila industri itu didirikan dalam kompleks perumahan akan dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan.

Dalam upaya pengendalian pencemaran udara yang harus diperhatikan dalam mendirikan industri yang dilengkapi dengan cerobong asap yang disertai dengan filter atau penyaring, supaya gas atau asap yang dikeluarkan oleh pabrik tidak membahayakan bagi lingkungan.

Pencemaran udara itu juga dapat dikendalikan dengan prinsip daur ulang dalam industri tersebut. Misalnya gas SO_2 yang merupakan zat pencemar yang terbentuk dari bahan bakar minyak (BBM) atau batu bara dalam pabrik dikumpulkan dan diolah menjadi asam sulfat. Asam sulfat ini dijual sebagai hasil sampingan industri, ini akan dapat menguntungkan bagi industri tersebut (Srikandi Fardiaz, 1981, hal. 17).

Selain dari itu dengan memahami siklus materi dan aliran energi dalam ekologi, maka pengurangan CO_2 dan gas berbahaya lainnya adalah dengan menggalakan penghijauan.

Kita mengetahui bahwa manusia dan makhluk hidup lain membutuhkan oksigen untuk bernafas sedangkan tumbuhan memerlukan CO_2 untuk berfotosintesis. Penambahan CO_2 dan gas lain tidak menjadi masalah kalau jumlah tumbuhan untuk menghisapnya cukup. Bagi negara berkembang hutan menjadi sasaran untuk menghisap CO_2 dan tetap menggunakan bahan bakar fosil untuk memenuhi kebutuhan pembangunannya, asalkan luas hutan memadai untuk menghisap karbondioksida secara seimbang. Dengan demikian negara berkembang dapat menghutankan kembali atau menambah areal untuk dihutankan.

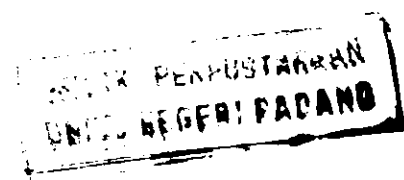
Pekerjaan menanam pohon akan membantu pula dalam lapangan pekerjaan bagi tenaga kerja yang cukup banyak menganggur di negara berkembang.

Program penghijauan bila diikuti dalam skala lebih luas (global) maka :

1. Jumlah CO₂ di atmosfer dapat berkurang
2. Negara berkembang tetap dapat membakar bahan bakar fosil untuk mengejar kesejahteraan tanpa menambah emisi CO₂
3. Kemiskinan dapat ditekan
4. Pengangguran dapat dikurangi
5. Masalah kesenjangan sosial dan keresahan sosial akibat ledakan penduduk dan kemiskinan dapat diperkecil
(Tresna Sastrawijaya, 1991, hal: 20).

Negara berkembang termasuk Indonesia pada umumnya beriklim panas. Pohon-pohon akan tumbuh di negara tropis secara cepat, rata-rata dalam lima tahun, sedangkan daerah yang mempunyai empat musim akan membutuhkan waktu 8-12 tahun untuk terjadinya hutan.

Penghijauan ini perlu dilakukan di jantung kota atau dipinggir jalan di pusat kota yaitu dengan menanam pohon-pohon di pinggir jalan tersebut, karena seperti kita ketahui alat transpor paling banyak terdapat di dalam kota. Dengan ini tentu alat transpor seperti mobil, kendaraan roda dua, dan sebagainya mengeluarkan asap yang di dalamnya terkandung zat yang menyebabkan terjadi polusi. maka dengan adanya jalur hijau ini tentu akan membantu penyerapan dari gas tersebut sehingga dapat



membantu upaya pencegahan polusi tersebut.

Selanjutnya menurut (Aca Sugandi, 1991, hal 9-10); ruang lingkup kegiatan dari tindakan pencegahan pencemaran udara ini terutama bertujuan untuk mempertahankan keadaan kualitas udara sehingga tidak membahayakan kehidupan secara menyeluruh. Jenis dan jumlah zat emisi bahan pencemar yang akan berada di dalam udara dapat dikontrol pada setiap waktu.

Tindakan pencegahan ini dapat dilakukan secara teknis berdasarkan pada keadaan udara ambient dan standar emisi yang memenuhi syarat. Juga melalui peraturan-peraturan administratif yang berupa sanksi, denda ataupun jenis hukuman lain. Melalui kedua cara tindakan pencegahan tersebut diharapkan bahwa kualitas udara setempat dapat dipertahankan.

a. Teknis

Pelaksanaan tindakan pencegahan secara teknis terutama dilakukan untuk menjaga keseimbangan zat-zat di dalam udara. Batas-batas nilai baku mutu udara ambient dan baku mutu emisi akan merupakan dasar pegangan dari pemerintah, masyarakat dan kegiatan usaha.

Pemerintah melalui badan pelaksanaanya secara periodik melakukan pengontrolan keadaan udara di suatu daerah yang diduga dapat tercemar karena adanya suatu aktivitas. Pengamatan tersebut juga dilakukan oleh pihak penghasil sumber emisi bahan pencemar terutama kegiatan usaha pada skala besar. Pengamatan yang

timbang balik ini dapat menciptakan suatu hasil kesimpulan yang objektif mengenai kondisi udara di daerah tersebut.

Berbagai jenis kendaraan dengan masing-masing zat emisinya harus dipersiapkan sebaik-baiknya sebelum disebar ke pasaran. Pengamatan yang ketat harus dilakukan terhadap sistem pembakaran serta jenis bahan bakar yang digunakan dan beberapa kemungkinan yang akan terjadi pada tahap operasional. Untuk maksud tersebut dengan sendirinya diperlukan peralatan uji yang baik dan harus dimiliki oleh kedua belah pihak, terutama instansi pemerintah yang berwenang.

Suatu sistem uji yang memenuhi syarat terhadap pengujian segala jenis kendaraan bermotor (mobil penumpang, bis, truk dan sepeda motor) akan dapat menentukan status dari kendaraan-kendaraan tersebut. Dasar penentuannya adalah jumlah dan jenis emisi bahan pencemar yang dikeluarkan dibandingkan dengan keadaan mutu udara ambient setempat.

Selanjutnya untuk industri-industri sumber emisi bahan pencemar disamping harus memenuhi persyaratan berdirinya suatu industri, juga harus dapat melakukan kontrol yang terus menerus akan keadaan emisi yang dikeluarkan keudara. Adanya perubahan-perubahan keadaan udara setempat dapat diketahui sedini mungkin. Tindakan-tindakan darurat dapat diterapkan pada situasi tertentu sehingga perlindungan udara dari bahan pencemar dapat terlaksana sepenuhnya.

Beberapa parameter udara ambient diantaranya yaitu sulfurdioksida (SO_2), karbonmonoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x), ozon (O_3), debu, timah hitam (Pb), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3) dan hidrokarbon. Jumlah senyawa-senyawa tersebut berfluktuasi dari daerah ke daerah sesuai dengan pengaruh zat emisi bahan pencemar yang terjadi. Berdasarkan nilai parameter-parameter tersebut, maka dapat ditentukan tindakan pencegahan teknis yang akan ditetapkan.

Untuk dapat memperoleh hasil pencegahan yang optimal disamping diperlukan adanya sarana peralatan, juga harus ada koordinasi terpadu antara badan-badan pemerintah serta masyarakat pemilik kendaraan bermotor dan kegiatan usaha yang bersangkutan. Keadaan ini diharapkan dapat menciptakan kondisi udara sehubungan dengan baku mutu udara ambient dan baku mutu emisi.

b. Administrasi

Tindak pencegahan yang bersifat administratif terutama dituangkan di dalam bentuk peraturan tertulis yang diikuti berbagai sanksi, denda ataupun hukuman bagi pelanggar. Ketetapan yang dibuat untuk setiap jenis sumber emisi akan berbeda satu dengan yang lainnya, tergantung dari jenis kriteria pencemar (berat, sedang dan ringan).

Peraturan Pemerintah tersebut disusun sebagai suatu hasil kerjasama dari berbagai instansi yang berwenang dan merupakan rangkaian prosedur yang jelas serta terinci tahapannya. Adanya peraturan ini dapat

memberikan suatu konsekuensi bahwa setiap kegiatan usaha harus memenuhinya dengan baik dan disiplin.

Pelanggaran yang dilakukan secara sengaja ataupun tidak sehingga menyebabkan udara tercemar oleh zat emisi dapat memberikan akibat sanksi dalam bentuk hukuman dan denda. Hal ini terutama akan terlihat jika pencemaran udara tersebut berhubungan langsung dengan keperluan hidup orang banyak. Tuntutan ganti rugi dapat dilakukan oleh masyarakat maupun pemerintah terhadap pelanggar sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Selanjutnya dengan adanya sanksi tertulis tentang pembatasan dan penghentian sementara atas suatu kegiatan usaha sehubungan dengan pencemaran udara dapat merupakan dasar pegangan untuk bertindak hati-hati. Terlihat bahwa untuk melaksanakan pencegahan administratif ini diperlukan koordinasi badan-badan pemerintah yang terpadu serta aparat yang berdisiplin tinggi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Peraturan-peraturan tersebut tentu saja terlebih dahulu harus disebarluaskan diantara komponen-komponen masyarakat serta kegiatan usaha yang berkepentingan.

BAB III

PENCEMARAN AIR

Dalam tubuh manusia 60-70% dari padanya adalah air, baik dalam sel maupun sebagai darah. Kita dapat bertahan hidup, tanpa makan sampai dua bulan, tetapi hanya tahan tanpa minum air dalam beberapa hari saja. Tanpa air tubuh akan keracunan limbah yang dihasilkan oleh tubuh. Ginjal kita hanya mampu mengeluarkan asam urat dan ureum kalau keduanya terlarut dalam air. Kalau tidak, kedua zat itu akan menjadi "batu ginjal". Air diperlukan untuk proses biokimia dalam metabolisme. Air merupakan pengangkut (transportasi) unsur hara dan oksigen keseluruhan tubuh, serta mengatur suhu tubuh dengan berkeringat, air pula yang mengatur kelembaban paru-paru sehingga mampu mengeluarkan CO_2 .

Dengan kurang minum air, orang akan kebanyakan lemak, bentuk dan ukuran otot menjadi buruk, efisiensi dan fungsi organ pencernaan menurun, terjadi keracunan tubuh. Menurut Dr. Howard Flaks ahli bariatrik (Obesity= ahli Kegemukan), Dr. Donald Robertson ahli bariatrik lain dari Arizona, juga mengatakan bahwa "minum air secukupnya merupakan kunci untuk menjaga berat badan, seorang yang ingin langsing perlu minum air secukupnya untuk mencernakan lemak dalam tubuhnya (M. Soerjani, 1992, hal.2).

Seorang sehat perlu minum air sebanyak delapan sampai sepuluh gelas sehari. Di daerah tropika yang panas, perlu ditambah sampai 15 gelas sehari. Ini merupakan jaminan utama untuk hidup lebih sehat dengan tubuh lebih langsing. Dengan minum air yang banyak, kandung kemih akan menyesuaikan, dengan tak perlu kencing lebih sering, tetapi volume kencing yang lebih banyak.

Seperti yang telah disebutkan di atas bahwa air adalah vital bagi kehidupan manusia, maka kebutuhan air itu perlu dalam hal kualitas dan kuantitas. Dari segi kuantitas air menurut studi perbandingan dengan berbagai negara lain, Indonesia mempunyai aliran air mantap yang sebenarnya mampu mensuplai sebanyak 14.020 m^3 per kapita per tahun. Tetapi penduduk yang mendapatkan air dalam keadaan bersih secara cukup hanya 47% (M.Soerjani, 1992, hal.4).

Dalam pada itu penduduk di Bali, NTB, NTT dan Jawa /madura, menurut M.Soerjani; hanya mampu mencukupi kebutuhan airnya yang pada tahun 1988 berturut-berturut 284, 262, 200 dan 207 melebihi tersedianya air. Artinya di keempat wilayah itu air harus didaur-ulang sebanyak dua atau tiga kali untuk mencukupi kebutuhan. Hal ini disebabkan karena tidak meratanya penyebaran air yang memberi keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan.

Sedangkan dari segi kualitas, air harus dinilai kualitasnya berdasarkan peruntukannya. Air untuk diminum tentu berbeda persyaratannya dibandingkan dengan air untuk bahan baku air minum, untuk perikanan dan peternakan, untuk

pertanian, untuk industri dan untuk berbagai macam kehidupan lainnya. Berdasarkan penggunaan air ini, di negara kita telah terbit Keputusan Menteri Negara KLH No.02/MENKLH/I/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan dan Peraturan Pemerintah No.20/1990, tentang Pengendalian Pencemaran Air yang meliputi penggunaan air menurut golongannya sebagai berikut :

1. Golongan A, air minum tanpa pengolahan terlebih dulu.
2. Golongan B, air baku untuk diolah sebagai air minum.
3. Golongan C, air untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, air untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, serta listrik tenaga air.

Masalah air menjadi gawat karena penataan penggunaan atau peruntukan air seringkali tidak dapat dilaksanakan. Air yang digunakan penduduk untuk minum, masak, mandi dan cuci. Air yang dipergunakan untuk pembuangan limbah industri dipergunakan untuk bahan baku air minum demikian seterusnya.

Masalah yang paling gawat yang mengancam kualitas air untuk hampir semua peruntukan adalah pencemaran yang disebabkan oleh :

1. Limbah yang menghabiskan oksigen dalam proses penguraianya (misalnya; tinja, limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah peternakan, limbah rumah pemotongan dan berbagai industri).
2. Biota agen penyakit (bakteri dan virus).
3. Bahan an organik (asam, garam dan logam berat).

4. Bahan organik (pestisida, plastik, deterjen, minyak, dan limbah industri).
5. Hara tanaman (nitrat dan fosfat).
6. Sedimen (tanah, lempung, liat dan bahan padat lain dari tanah).
7. Bahan radioaktif.
8. Panas dari industri dan air pendingin industri.
9. Dan lain-lain.

(Soenaryo, 1991, hal. 2).

Pencemaran air ini kalau kita sederhanakan dapat terjadi pada air tawar dan air laut:

3.1 Pencemaran Pada Air Tawar

Perairan air tawar dapat merupakan sungai kecil hingga sungai besar sampai batas muara, danau, sumur permukaan atau sumur bor. Senyawa pencemar yang dapat mengotori perairan tawar dapat berasal dari industri dari area pemukiman atau persawahan dan area pertanian lainnya, misalnya:

1. Suatu industri dapat membuang limbah berupa logam, sianida, fenol, senyawa asam atau basa dan lain sebagainya.
2. Minyak dan sejenisnya, berasal dari kebocoran tangki, sistem saluran (pipa).
3. Bahan organik, dari pembusukan organisme mati, limbah pertanian dan sebagainya.

4. Bakteri, virus dan organisme lain yang menimbulkan penyakit, berasal dari kotoran (urin dan feses) manusia dan hewan.
5. Deterjen, berasal dari area pemukiman atau industri deterjen.
6. Pestisida, senyawa kimia sintetis yang banyak digunakan untuk pemberantasan hama (serangga) atau hewan perusak lain, gulma, jamur dan sebagainya. Menimbulkan dampak terhadap berbagai kehidupan atau organisme bukan sasaran (termasuk manusia), bukan saja dalam air tetapi juga di udara maupun daratan.
7. Senyawa kimia organik sintentis, dari industri farmasi dan pertokimia. Bahan-bahan ini lebih tahan terhadap penguraian secara biologi dibandingkan dengan senyawa dari bahan alam.
8. Kenaikan suhu, berasal dari air yang digunakan dalam sistim pendingin suatu pabrik.
9. Bahan radioaktif, berasal dari rumah sakit, instalasi tenaga nuklir, hujan yang membawa debu radioaktif.

Selain dari itu pencemaran air tawar dapat juga disebabkan oleh "hujan asam". Hujan asam merupakan suatu bentuk pencemaran industri tak langsung yang diakibatkan oleh interaksi atmosfer dengan zat pencemar industri (Oksida belerang dan oksida nitrogen yang terbentuk karena terbakarnya bahan-bahan bakar fosil, terutama oleh pusat tenaga listrik). Zat pencemar ini berubah secara kimiawi dan menjadi aerosol asam yang melayang-layang di udara selama berminggu-minggu,

kemudian bergabung dengan air, dan mengendap sebagai asam encer dalam salju dan hujan. Hujan asam menyebabkan berbagai masalah antara lain; menyebabkan logam beracun masuk kedalam sumber-sumber air karena airnya yang asam melepaskan logam itu dari tanah (Anik Anwar, 1986, hal. 292).

3.2 Pencemaran Pada Air Laut

Bahan pencemar yang mencapai laut sebagai akibat ulah manusia :

1. Senyawa yang dapat terurai
2. Senyawa yang mudah larut atau terencerkan
3. Senyawa berbentuk partikel dan
4. Bahan buangan lainnya

(Darmadi Goenarso, 1990, hal. 8-10).

A. Senyawa yang dapat terurai

Jumlah terbesar pencemar yang mencapai pantai dan laut terdiri dari "bahan organik", dapat diuraikan secara biotis. Dalam penguraian ini, berlangsung proses oksidasi, utamanya menurunkan jumlah senyawa anorganik yang mantap, seperti ; karbondioksida (CO_2), air (H_2O) dan amoniak (NH_3). Buangan kelompok ini dapat berasal dari berbagai industri dekat pantai atau daerah muara sungai, misalnya; industri pertanian atau limbah dari area pertanian dan perikanan, industri pemrosesan

makanan, pabrik gula, pemotongan hewan, pembuatan bir, pabrik kertas, industri kimia dan tumpahan minyak.

Sebenarnya, buangan yang dapat diuraikan ini tidak jauh berbeda dari sisa tanaman atau hewan mati yang akan diuraikan oleh bakteri pembusuk. Bakteri merupakan komponen penting dalam rantai makanan di laut. Karenanya penambahan senyawa organik dapat memperkaya ekosistem laut, seperti pemberian pupuk di kebun. Sebaliknya, bila laju masukan limbah lebih tinggi dari pada laju penguraian oleh bakteri, akibatnya bahan organik akan menumpuk.

Aktivitas bakteri bergantung pada suhu yang sesuai, kadar oksigen terlarut dan faktor lain. Bila suhu tidak sesuai, kadar oksigen terlalu rendah atau ada faktor penghambat kerja bakteri maka laju penguraian oleh bakteri dan kapasitas tampung air laut terhadap bahan organik akan menurun. Sehingga terjadi penimbunan bahan organik dan penyusutan oksigen. Dalam keadaan demikian, aktivitas pengurai hanya dilaksanakan oleh bakteri an aerob. Bakteri ini bekerja lambat dan memberikan hasil akhir gas hidrogen sulfida (H_2S) dan metana. Penimbunan bahan organik dan penyusutan oksigen dalam air dapat memberikan dampak buruk terhadap flora dan fauna air.

B. Senyawa yang mudah larut atau terencerkan

Beberapa bahan buangan dapat segera kehilangan daya rusaknya, tidak lama setelah berada dalam air. Namun hal ini bergantung pada laju pembuangan (masuk) ke laut, arus air dan lain sebagainya. Umpamanya :

Panas, yang berasal dari air pendingin pada pembangkit tenaga listrik atau industri lain yang berlokasi di pantai. Proses pendinginan kembali tergantung pada pencampurannya dengan arus air dingin. Di daerah temperata keadaan ini tidak menjadi masalah, sebaliknya, di daerah iklim tropis dimana suhu air pada umumnya, telah terjadi faktor pembatas bagi kelangsungan hidup beberapa organisme, maka peningkatan suhu air dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar.

Asam dan Basa, air laut yang memiliki sifat larutan buffer, limbah asam atau basa segera dinetralkan.

Sianida, akan cepat terdisosiasi dalam air laut, sehingga dampak buangan sianida akan terbatas disekitar daerah yang langsung menampung limbah dari pabrik.

C. Senyawa berbentuk partikel

Senyawa kelompok ini dapat menyumbat jalan makan atau saluran pernafasan hewan, mengurangi proses fotosintesis pada tanaman (tumbuhan) karena

menghambat penetrasi cahaya, bila mengendap pada dasar laut menyebabkan hewan dasar laut sukar bernafas dan merubah keadaan dasar laut. Senyawa kelompok ini termasuk :

- a. Debu dari pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batu bara (arang batu)
- b. Buangan dari industri porselin
- c. Sisa-sisa pengerukan dasar laut
- d. Bahan-bahan plastik

D. Bahan buangan lainnya

Beberapa bahan buangan tidak mudah dihancurkan oleh bakteri atau sukar dihilangkan, tetapi justru reaktif terhadap tumbuhan atau hewan dan kadang-kadang bersifat racun. Contoh buangan kelompok ini adalah :

1. Logam berat (Merkuri, timbal, tembaga, seng)
2. Senyawa hidrokarbon, halogen (DDT, Polychlorinated Biphenyls (PCB))
3. Bahan radioaktif

Limbah atau bahan buangan yang disebut di atas sampai kelaut dapat merupakan tumpahan langsung dari daratan melalui pipa saluran. Kota pelabuhan dapat merupakan pusat pemukiman dan industri. Limbah dari area pemukiman maupun industri dapat langsung ditumpahkan ke laut tanpa melalui proses pengolahan limbah. Dengan perkembangan jumlah penduduk dan

industri, terutama industri muara, daerah muara menjadi kotor, berbau dan tanpa kehidupan. Kota-kota sepanjang pantai dapat pula memiliki industri. Dalam rangka penyelamatan air sungai dan danau untuk air minum, sebagai pendingin atau untuk pengencer limbahnya didirikan di sepanjang pantai. Di Inggris misalnya, pembangkit listrik tenaga nuklir di tempatkan di suatu pantai. Limbahnya dapat ditumpahkan ke laut (Darmadi Goenarso, 1990, hal.11).

Dibeberapa negara limbah industri pantai, bahkan mencurahkan di atas permukaan air dan tanpa melalui proses pengolahan limbah terlebih dahulu. Akibatnya kondisi pantai dan lokasi untuk pariwisata menjadi tidak nyaman, bahkan dapat meracuni daerah renang di pantai.

Limbah (bahan buangan) untuk sampai ke laut dapat melalui sungai. Limbah industri yang telah melewati proses pengolahan maupun yang belum, akan di alirkan ke sungai. Sepanjang perjalanannya ke laut mungkin ada yang masih utuh atau tidak mudah untuk dihancurkan secara alam. Seluruh bahan ini akan tercurah ke laut melalui muara.

Bahan organik umumnya lebih mudah dihancurkan oleh jasad mikro. Bergantung pada jarak industri tersebut ke laut, hingga selama perjalanan sebelum mencapai muara telah dicerna oleh jasad mikro.

Pestisida akan tersapu hujan dari lahan pertanian dan kehutanan hingga terbawa keperairan. Senyawa ini selanjutnya dapat mencapai muara ke laut. Berbagai jenis minyak, juga dapat tersapu hujan mencapai perairan dan terbawa ke laut.

Terakhir limbah atau bahan pencemar itu terjadi disebabkan oleh adanya aktivitas di laut. Dalam kaitan dengan perdagangan, untuk menekan biaya, banyak digunakan jasa angkutan laut. Berbagai bahkan, termasuk yang berbahaya dalam jumlah besar diangkut dengan kapal-kapal besar, misalnya, gas alam cair, pestisida, senyawa-senyawa kimia, kecelakaan di lautan dapat menimbulkan kerusakan kapal hingga menumpahkan muatannya. Telah sering terjadi tumpahan minyak dari tangker yang bocor atau karena kecelakaan lain. Berbagai bahan dibawa dalam peti kemas dan diletakkan dibagian dek. Dalam cuaca yang buruk sekali atau gelombang yang ganas, peti-peti kemas dapat terlepas dan jatuh kelaut.

Pencucian tangker atau kapal barang lain dapat dilakukan di laut lepas, meskipun tidak selamanya dibolehkan. Berbagai bahan termasuk minyak dan sampah plastik dalam jumlah cukup besar terbang ke laut. Dapat pula terjadi penimbunan bahan berbahaya ke laut lepas, karena dianggap daerah aman. Sehingga sering terjadi pertentangan fisik antara para pecinta alam dengan pihak pembuang limbah di tangan laut.

Pengerukan muara atau jalan masuk kepelabuhan sering harus dilakukan agar kedalaman laut terjaga untuk tetap dapat dilalui kapal. Lumpur hasil pengerukan yang berisi berbagai bahan, termasuk logam berat, dipindahkan ke tengah laut. Begitu juga pengeboran minyak lepas pantai atau ditengah laut, juga dapat mengalami kecelakaan yang berakibat pencemaran minyak.

3.3 Pengaruh Pencemaran Air Terhadap Manusia, Hewan dan Tumbuhan

Apabila kita berbicara tentang pencemaran air, perhatian kita tidak saja pada dampak langsung yang dialami oleh komunitas akuatik (perairan) seperti sungai, danau, muara, teluk dan lautan, akan tetapi kita juga memperhatikan dampaknya pada komunitas terestrial (daratan), dalam hal ini termasuk manusia.

Aliran air kotor yang melalui pipa dari daratan akan ditumpahkan ke laut. Berbagai kehidupan disekitar area pembuangan ini dapat terkontaminasi senyawa atau bakteri dari daratan yang terbawa aliran tersebut. Hewan laut mungkin tidak terganggu oleh berbagai kontaminan. Resiko utama adalah terhadap pemangsa, memakan hewan laut yang telah terkontaminasi. Siput laut misalnya yang hidup dari bahan buangan organik, dapat merupakan pembawa bakteri patogen pada insangnya yang selanjutnya akan

ditularkan ke pemangsa termasuk manusia. Resiko lebih besar lagi bila memakan hewan segar tanpa dimasak terlebih dahulu.

Penambahan bahan organik di laut menyebabkan perkembangan dinoflagelata, sering mengandung racun saraf. Bila hewan ini dimakan siput tidak mengakibatkan apa-apa pada siput. Tetapi bila selanjutnya siput ini dimakan manusia dapat menyebabkan mual dan terganggu keseimbangannya. Pada keadaan yang lebih parah menyebabkan kejang-kejang dan kematian (Darmadi Goenarso, 1990, hal. 13).

Bahan radioaktif dapat menimbulkan dampak somatis atau genetik pada manusia. Contoh dampak somatis yang penting adalah; leukemia (kanker darah) dan kanker pada tulang, tiroid dan paru-paru. Sedangkan dampak genetik sebagai akibat dari iradiasi kelenjar kelamin (gonad).

Terjadinya pembusukan yang berlebihan di perairan akan menyebabkan terjadinya penimbunan senyawa seperti nitrat (NO_3) secara berlebihan dan ditambah lagi oleh penimbunan oleh sisa-sisa pupuk dari daerah pertanian dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi atau pertumbuhan yang hebat. Akibat dari eutrofikasi beberapa jenis tumbuhan tertentu seperti alga, eceng gondok akan tumbuh subur dan menutup permukaan danau, sehingga cahaya matahari tidak dapat menembus sampai ke bawah permukaan danau,

24

dengan demikian tumbuhan yang ada di bawah permukaan tidak dapat berfotosintesis. Akibatnya produksi oksigen berkurang ikan serta hewan lainnya tidak dapat hidup di tempat tersebut.

Zat-zat hasil buangan industri yang mengandung belerang (sulfur) dan nitrogen, mudah diuraikan oleh bakteri an aerob yang hidup dalam air. Dari hasil penguraian ini terbentuklah gas H_2S , CH_4 dan NH_3 yang menimbulkan bau busuk.

Zat-zat hasil buangan (limbah) industri yang berupa Cu, Hg, Pb, dan Zn dapat memasuki organisme yang satu ke organisme yang lainnya. Akhirnya zat ini akan terakumulasi pada konsumen yang menduduki piramida makanan paling atas. Pada dosis tertentu zat itu akan menjadi racun serta dapat menimbulkan berbagai penyakit.

Berbagai sampah yang dibuang ke sungai, kolam dan lingkungan perairan lainnya akan mengalami pembusukan. Untuk proses ini bakteri pembusuk memerlukan banyak O_2 dalam air berkurang, sehingga hewan-hewan air tidak bisa hidup.

DDT merupakan insektisida yang dulu banyak digunakan petani untuk pemberantasan hama dan serangga. Seperti kita ketahui sifat-sifat dari DDT tersebut adalah :

- 1 Bila masuk kedalam tubuh organisme tidak dapat diuraikan.
- 2 Larut dalam lemak dan dapat pindah kedalam tubuh organisme lainnya melalui aliran energi dalam rantai makanan.
- 3 Dapat merusak jaringan tubuh.
- 4 Bila masuk ketubuh burung dapat menghambat proses pengapuran cangkang telur.
- 5 Dapat menimbulkan kelelahan dan kejang-kejang otot (Saktiyono, 1990, hal. 266).

Akibat pencemaran air yang disebabkan oleh pencemaran logam berat terhadap manusia adalah :

1. Timbal (Pb), dapat menimbulkan kerusakan pada organ viscera.
2. Arsen , dapat menimbulkan kerusakan organ viscera dan otot.
3. Mercury (Hg), kelumpuhan saraf.
4. Flour (F), flourosis.
5. Sianida (Cn), gangguan metabolisme sel.
6. Selenium (Se), keracunan.
7. Chromium (Cr), keracunan.
8. Cadmium (Cd), keracunan.
9. Barium (Ba), keracunan.

(Fuad Amsyari, 1981, hal.20).

Sedangkan organ-organ tubuh sebagai sasaran keracunan yang disebabkan oleh logam berat adalah :

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Kadmium (Cd) | 4. Seng (Zn) |
| - ginjal | - pernafasan |
| - saraf | 5. Nikel (Ni) |
| - pernafasan | - saraf |
| - darah | - darah |
| 2. Khrom (Cr) | - kulit |
| - ginjal | 6. Mercury (Hg) |
| - saraf | - ginjal |
| - pencernaan | - saraf |
| - kulit | - pernafasan |
| 3. Timbal (Pb) | - darah |
| - ginjal | 7. Arsen (As) |
| - saraf | - saraf |
| - pernafasan | - pencernaan |
| - darah | - pernafasan |
| - tulang, dan kulit | - darah |
| 8. Tembaga (Cu) | |
| - pernafasan | |
| - tulang | |

(Nani Djuangsih, 1992, hal. 19).

Selanjutnya pencemaran oleh logam berat ini bisa juga memberikan efek pada manusia, yaitu efek akut (gawat) dan efek kronis (menahun). Efek akut dari beberapa limbah logam berat ini adalah :

1. Zn, Cu, Se, Cr, Ni adalah ;
 - kerusakan pada sistem pencernaan.
 - kerusakan pada sistem pernafasan dan kulit.

2. As (Arsen), kerusakan pada sistem pencernaan, kulit dan menimbulkan kematian.
 3. Pb (timbal), kerusakan pada sistem saraf, sistem pencernaan dan menimbulkan kematian.
 4. Hg (mercury), kerusakan sistem saraf, sistem pencernaan dan menimbulkan kematian.
 5. Cd (kadmium), kerusakan pada sistem pencernaan, sistem pernafasan dan menimbulkan kematian.
- (Nani Djuangsih, 1992, hal. 14).

Sedangkan efek kronis yang ditimbulkan dari limbah logam berat ini adalah :

1. Zn, Cu, Se, Cr, Ni, menimbulkan efek karsiogenik.
2. Hg, menimbulkan efek teratogenik.
3. Cd, menimbulkan efek karsiogenik.

(Nani Djuangsih, 1992, hal. 15).

3.4 Penanggulangan Pencemaran Air

Pencemaran air oleh bahan kimiawi yang beracun, apalagi jika sumber air tersebut adalah sumber yang vital bagi daerah tertentu maka jelas kerugian yang diderita akan besar baik material maupun non material misalnya; menimbulkan penyakit, kematian dan sebagainya. Terhadap kasus semacam ini cara penanggulangan yang menyeluruh perlu dikerjakan agar kerugian ataupun korban-korban bisa ditekan sekecil-kecilnya. Pada umumnya usaha yang dapat dikerjakan atau dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menemukan sumber bahan pencemar.
2. Menghentikan atau menahan masuknya bahan kimiawi beracun tersebut kedalam sungai yang tercemar.
3. Melakukan tindakan terhadap air yang sudah tercemar seperti tindakan netralisasi, penyaringan, koagulasi (pengumpalan), penyaringan (filtrasi), oksidasi-reduksi dan semacamnya sebelum air sungai itu dipergunakan untuk keperluan sehari-hari.
4. Memberikan penyuluhan kepada masyarakat akan tercemarnya air sungai tersebut.

(Fuad Amsyari, 1981, hal. 35).

Pembuangan limbah industri ke aliran-aliran sungai harus ditanggulangi sedemikian rupa, agar air sungai kembali kepada sifat dan pemanfaatannya semula dan menjadi sumber-sumber penyediaan air dan pemeliharaan lingkungan yang bersih dan sehat, menyediakan fasilitas rekreasi yang menarik. Tindakan kebijaksanaan ini juga akan mengembalikan tata kehidupan ikan-ikan, dan organisme lainnya (hewan dan tumbuhan) yang hidup dalam air tersebut.

Selanjutnya selain dari usaha-usaha yang dilakukan di atas, langkah-langkah yang diambil atau diupayakan untuk mencegah pencemaran air antara lain adalah sebagai berikut :

1. Limbah industri sebelum dibuang ke sungai sebaiknya dinetralkan dulu dari zat-zat pencemar,

misalnya direaksikan terlebih dahulu sehingga zat pencemar dapat dipisahkan atau dilakukan daur ulang.

2. Dibuat suatu peraturan yang ketat agar limbah industri tidak dibuang kesungai yang melewati daerah pemukiman.
3. Membuat kolam-kolam penampungan limbah rumah tangga untuk pemrosesan agar zat-zat dari limbah dapat dimanfaatkan, misalnya; untuk pupuk, sampah-sampah organik untuk membuat gas bio, sangat berguna sebagai sumber energi baru.
4. Melarang pemakaian deterjen yang tak dapat diuraikan oleh mikroorganisme air atau menggantikan dengan deterjen jenis lain yang dapat dihancurkan mikroorganisme air (jenis deterjen terbiodegradasikan).
5. Air buangan dari industri yang mengandung berbagai pencemar harus dibersihkan lebih dahulu, sebelum keluar dari kompleks industri, air limbah tercemar disalurkan kedalam beberapa kolam penampungan untuk dibersihkan secara mekanik, kimia dan biologis. Sehingga senyawa berbahaya yang terdapat dalam cairan limbah dapat dikurangi atau bahkan tidak ada (Saktiyono, 1990, hal. 266-267).

BAB IV

PENCEMARAN TANAH

Tanah (litosfere) adalah sumber daya yang potensial bagi kehidupan. Tanah merupakan bagian dari semua kebutuhan makhluk hidup, yang tak kalah pentingnya dengan air dan udara. Tanah adalah lapisan bumi sebelah atas yang terbentuk dari batuan-batuan yang telah mengalami proses pelapukan, yang mempunyai sifat lepas, lemah dan plastis (Mumu Sutisna, 1990, hal.2).

Wadah (tempat) semua kegiatan manusia adalah di tanah. Pendayagunaannya terutama berupa tempat pemukiman, medium tempat bercocok tanam (pertanian), memelihara hewan (peternakan) dan lain-lain. Tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman adalah tanah yang subur yaitu tanah yang banyak mengandung unsur hara. Keberadaan unsur hara ini tergantung kepada mikroorganisme yang terdapat pada permukaan maupun di dalam tanah.

Mikroorganisme yang berada di atas tanah misalnya tumbuhan yang dapat mencegah terjadinya erosi dan menjaga kesuburan tanah. Tumbuhan dan hewan yang mati, yang dapat menambah persediaan zat organik dan anorganik, kotoran dan urine hewan yang dapat menambah kesuburan tanah. Lichenes (lumut kerak) dan jenis ganggang (ganggang biru dan kersik) yang dapat hidup di atas batuan serta dapat menghancurkan tanah. Sedangkan mikroorganisme yang berada dalam tanah adalah rayap, cacing yang dapat mengemburkan tanah dan menambah kesuburan tanah, bakteri (*Rhizobium sp*, *Clostridium sp* dan *Pseudomonas sp*) yang

berfungsi sebagai pengurai zat organik serta mengikat Nitrogen di udara dan mengubahnya menjadi Nitrat. Nitrat ini sangat berguna sekali bagi tumbuhan dalam sintesa protein (Saktiyono, 1990, hal. 255-256).

Bertambahnya jumlah penduduk (manusia) dipermukaan bumi ini serta maningkatnya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) maka maka pendayagunaan tanah semakin meningkat. Hal ini ditandai dengan banyaknya gedung-gedung bertingkat, perumahan, industri-industri/pabrik-pabrik, perkebunan, peternakan, perikanan, pertambangan dan sebagainya.

Sebagaimana halnya atmosfer (udara), hidrosfer (air), litosfer (tanah) pun dijadikan tempat pembuangan benda-benda yang tidak dikehendaki, baik berupa sampah, eksresi manusia dan hewan, logam-logam, plastik, bahan-bahan kimia lainnya seperti peptisida/insektisida. Seperti kita ketahui dari bahan buangan tersebut di atas tidak semuanya dapat dihancurkan. Apabila manusia tidak peduli akan hal ini pada suatu saat litosfer (tanah) tidak bisa dipergunakan lagi untuk keperluan manusia seperti untuk pertanian atau agroekosistem. Sebaliknya bila buangan atau limbah tersebut dibuang secara bijaksana dan diolah dengan baik mungkin memberi keuntungan dan dapat digunakan kembali oleh dunia tumbuhan sebagai pupuk.

4.1 Bahan Pencemar Tanah

Bahan pencemar tanah meliputi semua jenis bahan kimia yang bersifat asing pada organisme yang hidup dalam tanah, tetapi secara biologis mempengaruhi kehidupan organisme

tersebut. Bahan pencemar tanah ini mencakup :

1. Jenis pupuk tertentu dan bahan agrokimia, misalnya pestisida dan zat perangsang tumbuh (ZPT).
2. Limbah industri dan limbah tangga, baik padat maupun cairan.
3. Proses biologis atau proses bioteknologis, seperti fermentasi, distilasi, produksi ternak dan sebagainya yang mengandung bahan pencemar (Sutopo Ghani Nugroho, 1992, hal. 1).

Bahan agrokimia merupakan komponen penting dalam praktek pertanian modern. Penggunaan bahan agrokimia ini terus meningkat pesat seiring dengan makin intensifnya proses produksi tanaman, terutama pestisida/insektisida. Pestisida dan zat perangsang tumbuh (ZPT) umumnya diaplikasikan langsung ketanaman dengan semprot atau ketanah, yang jika persistensinya tinggi, mungkin akan meninggalkan residu dalam bentuk senyawa asli atau derivatnya pada bagian tanaman maupun dalam tanah. Dari tanaman dan tanah ini, melalui berbagai rute transportasi, bahan pencemar ini akan mencemari atmosfer dan air. Selain dapat membunuh organisme bukan sasaran (target) dalam tanah.

Bahan limbah masuk ke lingkungan tanah melalui dua proses yang berbeda, yaitu langsung atau langsung melalui atmosfer (Sutopo Ghani Nugroho, 1992, hal. 3). Pasokan langsung dapat berupa limbah padat dan cairan dari berbagai jenis industri misalnya industri kimia, logam, tekstil,

kulit dan sebagainya dan rumah tangga. Sedangkan pasokan melalui atmosfer umumnya mencakup areal yang luas. Perpindahannya ketanah dapat melalui hujan, misalnya terjadinya hujan asam akibat dari pencemaran udara, yang akan merubah komposisi tanah dan mengganggu kehidupan organisme tanah.

4.2 Akibat Pencemaran Tanah

Seperti yang telah dikemukakan di atas, secara umum bahwa akibat dari pencemaran tanah itu dapat membunuh organisme yang bukan sasaran, dapat mengganggu kehidupan organisme dan merubah komposisi tanah dan lain-lain.

Untuk lebih jelasnya, sebagai akibat pencemaran tanah ini diambil salah satu contoh yang terkenal adalah kisah penggunaan insektisida (DDT) dan pestisida. Ketika DDT disintesa pada tahun 1934 dan mulai digunakan semenjak perang dunia ke II berakhir, DDT dipandang sebagai "dewa penolong" untuk memberantas serangga yang banyak merusak tanah pertanian. DDT merupakan insektisida yang sangat ampuh, harganya murah dan tahan lama. Akan tetapi pada tahun 1960-an, DDT mulai menampilkan belangnya sebagai zat pencemar lingkungan yang sangat berbahaya. Serangga-serangga mulai resisten terhadap DDT. Residu atau sisa DDT pada tanah masuk kedalam rumput dan dimakan oleh sapi. Air susu yang diperah dari sapi diminum oleh manusia ternyata DDT yang tahan lama itu dalam tubuh manusia menimbulkan berbagai penyakit. Bahkan ada bayi yang meninggal karena

menghisap DDT dari ibunya. Serangga yang resisten terhadap DDT dan banyak mengandung DDT dalam tubuhnya ternyata dapat meracuni burung-burung pemakan serangga tersebut. Sehingga dengan demikian penggunaan DDT telah dilarang sebab lebih banyak merugikan dari pada manfaatnya (Danu Saputro Munadjat, 1978, hal. 14).

Insektisida lain yang pada saat ini banyak digunakan adalah ester-ester metil karbamat. Dibandingkan dengan DDT, metil karbamat lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Akan tetapi, industri metil karbamat dapat menimbulkan bahaya bagi lingkungan, jika para pekerja pabrik ceroboh. Bahan baku pembuat insektisida, gas metil isosianat, merupakan gas beracun yang mematikan. Pada bulan Desember 1984, pabrik insektisida di Bhopal India Tengah mengalami kebocoran pada tangki metil isosianatnya. Gas beracun ini menyebar di tengah malam buta ke segenap pelosok Bhopal, menewaskan 2500 penduduk yang sedang tidur nyenyak, sementara puluhan ribu penduduk lainnya yang keracunan gas maut tersebut menderita buta dan gangguan saraf (M. Soerjani, 1992, hal. 10).

Bahaya lebih lanjut dari penggunaan pestisida adalah "dampak samping" terhadap komponen hayati, khususnya organisme bukan sasaran, pencemaran terhadap komponen fisik (tanah). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat tabel 4, yang menggambarkan dampak pestisida terhadap organisme bukan sasaran :

Tabel 3. Berbagai Bahaya Terhadap Lingkungan
Yang Ditimbulkan Terhadap Organisme
Bukan Sasaran

: Pestisida atau Kelompok pestidida	: Cara Penggunaan	: Potensi dampak : pada lingkungan
: Insektisida pada umum-nya	:Penyemprotan da- un untuk pengen- vektor	Kematian dan pe- rubahan populasi dari organisme bukan sasaran: Artropoda dan vertebrata. Per- kembangan resis- tensi.
: DDT	:Pemakaian umum	Gangguan repro- duksi jenis bu- rung dan ikan tertentu.
: Endrin : Aldrin,dieldrin	:Padi sawah :Perlakuan ter- hadap biji	Kematian ikan. Kematian binata- ng pemakan biji Keracunan sekun- der dan penurunan populasi burung pemakan hama.
: Herbisida pada umumnya	:Penggunaan umum	Kematian dan pe- rubahan populasi dari tumbuhan bukan sasaran dan invertebrata dampak sekunder pada populasi jenis Artropoda lain.

:Fungisida pada umumnya	:Penggunaan umum	Gangguan pada komposisi mikro flora tanah.
:Golongan methyl mercury	:Perlakuan terhadap biji	Kematian pada organisme pemakan biji, keracunan sekunder dan pencemaran burung pemangsa.
:Rodentisida pada	:Pasangan makanan (bait)	Kematian mamalia bukan sasaran dan burung, keracunan sekunder.

(M.Soerjani, 1992, hal.11)

4.3 Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran Tanah

Pencegahan dan penanggulangan pencemaran tanah dapat dilakukan antara lain :

1. Melakukan tindakan pencegahan pencemaran air, karena air yang tercemar menyebabkan tanah tercemar juga.
2. Mengklasifikasikan sampah-sampah buangan dengan tujuan sampah organik dapat diolah menjadi kompos dan sampah-sampah plastik didaur ulang agar lebih bermanfaat.
3. Pemakaian pupuk tidak berlebihan, juga pemakaian pembunuh hama (insektisida, pestisida, fungisida, herbisida dan sebagainya) dibatasasi.

4. Perlu adanya penyuluhan pada para petani agar melakukan sistem penanaman tumpang sari, sehingga kesuburan tanah berlangsung secara alami.
5. Diusahakan agar pemakaian plastik dari polimer yang tak dapat dihancurkan oleh mikroorganisme tanah.
6. Pengawetan tanah yang subur dengan jalan menanam tumbuhan yang dapat mengikat nitrogen.
7. Penghijauan di tanah yang kurang subur, serta pembuatan teras tanggul dan teras bangku untuk mencegah erosi.
8. Dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Amsyari Fuad. 1981, Prinsip-Prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan, Ghalia Indonesia.
- Anik Anwar. 1986, Biologi, Ganeca Exact Bandung, Bandung
- Danu Saputro Munadjat. 1978, Hukum Pencemaran Nusantara Litera Bandung.
- Djuangsih Nani. 1991, Studi Pendahuluan Kandungan NO₂ di Udara Secara Pasif dan Aktif di Gerbang Jalan Tol (Makalah), Disampaikan Pada Seminar Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Udara Di Indonesia, PAU ITB Bandung.
- Djuangsih Nani. 1992, Pencemaran Logam di Lingkungan, PPSDAL UNPAD Bandung.
- Fardiaz Srikandi. 1992, Polusi Air dan Polusi Udara, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Goenarso Darmadi. 1990, Pencemaran, Persiapan perkuliahan Program Bersama MIPA LPTK, FMIPA ITB Bandung.
- Nugroho Ghani Sutopo. 1972, Biodegradasi Bahan Pencemar Dalam Tanah, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Perkins, H.H. 1974. Air Pollution, McGraw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Saktiyono. 1990, Biologi 3, PT Intan Pariwara, Jakarta.
- Sastrawijaya Tresna. 1991, Pencemaran Lingkungan, Kineka Cipta, Jakarta.
- Soeriaatmadja R.E. 1990, Masalah Lingkungan Secara Global dan Nasional, Persiapan Perkuliahan Program Bersama MIPA LPTK, FMIPA ITB Bandung.
- Soeriaatmadja R.E. 1991, Pencemaran Udara dan Akibatnya Terhadap Manusia dan Tumbuhan, ITB Bandung.

- Soenaryo. 1991, Tantangan Dalam Industrialisasi Upaya Terpadu Pengendalian Pencemaran (makalah) Disampaikan Pada Seminar Pencemaran Udara Di Indonesia, PAU ITB Bandung.
- Soenaryo Prasetyo. 1991, Penelitian Kondisi Polusi Udara di Jakarta (Makalah), Disampaikan Pada Seminar Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Udara Di Indonesia, PAU ITB Bandung.
- Soerjani, M. 1992, Catatan Sejarah Gerakan Ciliwung Bersih, Sekretariat Gerakan Ciliwung Bersih, PPSML, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Soerjani M. 1992, Dampak Penggunaan Pestisida terhadap Lingkungan, Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia Dan Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Soerjani M. 1992, Pembangunan, Teknologi dan Pencemaran Lingkungan, Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia Dan Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sutisna Mumu. 1990, Ekosistem Darat Hutan dan Pertanian, Persiapan Perkuliahan Program Bersama MIPA LPTK, FMIPA ITB Bandung.
- Sumarwoto Otto. 1991, Indonesia dalam Kancah Isu Lingkungan, PT Gramedia, Jakarta.
- Sugandi Aca. 1991, Pengembangan Baku Mutu Udara dalam Pengelolaan Lingkungan, (Makalah), Disampaikan Pada Seminar Pengendalian Dan Penanggulangan Pencemaran Udara Di Indonesia, PAU ITB Bandung.
- Widiatmini. 1989, Teknologi Pengendalian Gas Buang Kendaraan Bermotor, FTP. LH-RPP Teknologi, Jakarta.