

**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

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADJANG

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

