

PENCEMARAN UDARA

TOPIK ONLINE 3

1.1. Pengertian Pencemaran Udara

Pengertian pencemaran udara berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1997 pasal 1 ayat 12 mengenai Pencemaran Lingkungan yaitu pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pencemaran yang berasal dari pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran sampah, sisa pertanian, dan peristiwa alam seperti kebakaran hutan, letusan gunung api yang mengeluarkan debu, gas, dan awan panas.

Menurut Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1407 tahun 2002 tentang Pedoman Pengendalian Dampak Pencemaran Udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan atau mempengaruhi kesehatan manusia. Selain itu, pencemaran udara dapat pula diartikan adanya bahan-bahan atau zat asing di dalam udara yang menyebabkan terjadinya perubahan komposisi udara dari susunan atau keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing tersebut di dalam udara dalam jumlah dan jangka waktu tertentu akan dapat menimbulkan gangguan pada kehidupan manusia, hewan, maupun tumbuhan. Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Kehadiran bahan atau zat asing di dalam udara dalam jumlah tertentu serta berada di udara dalam waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan dan binatang (Wardhana, 2004).

Pencemaran udara terjadi jika udara di atmosfer bercampur dengan zat atau radiasi yang berpengaruh buruk terhadap organisme

hidup. Jumlah zat pengotor ini cukup banyak sehingga tidak dapat dihilangkan. Pada umumnya pengotoran udara ini bersifat alamiah, misalnya gas pembusukan, debu akibat erosi, dan serbuk tepung sari yang terbawa angin. Kemudian ditambah oleh ulah manusia sehingga jumlah dan kadar bahayanya makin meningkat. Tanpa gangguan ini alam biasanya menyediakan unsur-unsur dasar yang diperlukan makhluk hidup dalam jumlah cukup dan secara berkelanjutan. Tetapi karena ada tambahan pengotoran oleh manusia maka udara tidak dapat membersihkan dirinya lagi. Pencemar udara ini dapat tersebar kemana-mana, kepekatannya, kemudian masuk ke dalam air atau tanah dan menambah polusi air dan tanah (Sastrawijaya, 2000).

1.2. Sumber Pencemaran Udara

Menurut Harssema dalam Mulia (2005), pencemaran udara diawali oleh adanya emisi. Emisi merupakan jumlah polutan atau pencemar yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu. Emisi dapat disebabkan oleh proses alam maupun kegiatan manusia. Emisi akibat proses alam disebut biogenic emissions, contohnya yaitu dekomposisi bahan organik oleh bakteri pengurai yang menghasilkan gas metan (CH₄). Emisi yang disebabkan kegiatan manusia disebut anthropogenic emissions. Contoh anthropogenic emissions yaitu hasil pembakaran bahan bakar fosil, pemakaian zat kimia yang disemprotkan ke udara, dan sebagainya.

Nugroho (2005) menyebutkan sumber pencemaran udara dengan istilah faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terjadi secara alamiah. Sedangkan faktor eksternal merupakan pencemaran udara yang diakibatkan ulah manusia.

Sumber pencemar udara dapat dikelompokkan menjadi sumber bergerak dan sumber tidak bergerak (Sarudji, 2010).

1. Sumber Bergerak Sumber pencemar udara bergerak dapat dikelompokkan menjadi: (a). Kendaraan bermotor, (b). Pesawat terbang (c). Kereta api dan (d). Kapal, (Sarudji, 2010).

Tabel 1 Baku Mutu Udara Emisis Sumber Bergerak

No	Kategori Kendaraan	Bahan Bakar	Uji tahap Operasi	CO gr/Km		Baku Mutu Hidrokarbon gr/Km		Maks	Rata-rata
				Maks	Rata-rata	Maks	Rata-rata		
1.	Mobil penumpang dengan tempat duduk Maksimal 9 orang	Bensin	10	28,2	24,6	4,2	3,6	3,7	3,1
2.	Mobil dengan berat dari 2-3 ton	Bensin	10	31,4	26,8	4,8	4,3	3,7	3,3
3.	Kendaraan bermotor disel*)								
	-Direct injection	Solar	6	1.050	920			1.010	920
	-Indereect injection	Solar	6	1.050	920	680	590	1.010	920
4.	Kendaraan roda 2*)								
	-Untuk 4 tak	Bensin	Idling	4,5		3.300			
	-Untuk 2 tak	Bensin	Idling						

Keterangan : *) dalam ppm

2. Sumber tidak bergerak, seperti: a. Sumber titik, contoh: cerobong asap b. Sumber area, contoh: pembakaran terbuka di wilayah pemukiman (Soemirat, 2002).

Menurut (Sarudji, 2010), yang termasuk sumber pencemar dari bahan bakar bersumber menetap adalah pembakaran beberapa jenis bahan bakar yang diemisikan pada suatu lokasi yang tetap. Bahan bakar tersebut terdiri atas batu bara, minyak bakar, gas alam, dan kayu destilasi minyak. Berbeda dengan sarana transportasi, sumber pencemar udara menetap mengemisikan polutan pada udara ambien tetap, sehingga dalam pengelolaan lingkungannya perlu perencanaan yang matang, misalnya harus dipertimbangkan keadaan geografi dan tofografi, metereologi, serta rencana tata ruang di wilayah tersebut

1.3. Jenis-Jenis Pencemaran Udara

Ada beberapa jenis pencemaran udara, yaitu (Sunu, 2001):

1. Berdasarkan bentuk
 - a. Gas, adalah uap yang dihasilkan dari zat padat atau zat cair karena dipanaskan atau menguap sendiri. Contohnya: CO₂, CO, SO_x, NO_x.
 - b. Partikel, adalah suatu bentuk pencemaran udara yang berasal dari zarahzarah kecil yang terdispersi ke udara, baik berupa padatan, cairan, maupun padatan dan cairan secara bersama-sama. Contohnya: debu, asap, kabut, dan lain-lain

2. Berdasarkan tempat

- a. Pencemaran udara dalam ruang (indoor air pollution) yang disebut juga udara tidak bebas seperti di rumah, pabrik, bioskop, sekolah, rumah sakit, dan bangunan lainnya. Biasanya zat pencemarnya adalah asap rokok, asap yang terjadi di dapur tradisional ketika memasak, dan lain-lain.
- b. Pencemaran udara luar ruang (outdoor air pollution) yang disebut juga udara bebas seperti asap asap dari industri maupun kendaraan bermotor.

3. Berdasarkan gangguan atau efeknya terhadap kesehatan

- a. Irritansia, adalah zat pencemar yang dapat menimbulkan iritasi jaringan tubuh, seperti SO₂, Ozon, dan Nitrogen Oksida.
- b. Aspeksia, adalah keadaan dimana darah kekurangan oksigen dan tidak mampu melepas Karbon Dioksida. Gas penyebab tersebut seperti CO, H₂S, NH₃, dan CH₄.
- c. Anestesia, adalah zat yang mempunyai efek membius dan biasanya merupakan pencemaran udara dalam ruang. Contohnya; Formaldehide dan Alkohol.
- d. Toksis, adalah zat pencemar yang menyebabkan keracunan. Zat penyebabnya seperti Timbal, Cadmium, Fluor, dan Insektisida

4. Berdasarkan susunan kimia

- a. Anorganik, adalah zat pencemar yang tidak mengandung karbon seperti asbestos, ammonia, asam sulfat, dan lain-lain.
- b. Organik, adalah zat pencemar yang mengandung karbon seperti pestisida, herbisida, beberapa jenis alkohol, dan lain-lain.

5. Berdasarkan asalnya

- a. Primer, adalah suatu bahan kimia yang ditambahkan langsung ke udara yang menyebabkan konsentrasinya meningkat dan membahayakan. Contohnya: CO₂, yang meningkat diatas konsentrasi normal.
- b. Skunder, adalah senyawa kimia berbahaya yang timbul dari hasil reaksi antara zat polutan primer dengan komponen alamiah. Contohnya: Peroxy Acetil Nitrat (PAN)

1.4. Parameter Pencemar Udara

1. Karbon Monoksida (CO)

CO adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu dibawah -1920C. Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Selain itu, gas CO dapat pula terbentuk karena aktivitas industri. Sedangkan secara alamiah, gas CO terbentuk sebagai hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lain walaupun dalam jumlah yang sedikit (Wardhana, 2004). CO yang terdapat di alam terbentuk melalui salah satu reaksi berikut:

- a. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- b. Reaksi antara CO₂ dengan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- c. Penguraian CO₂ menjadi CO dan O.

Berbagai proses geofisika dan biologis diketahui dapat memproduksi CO, misalnya aktivitas vulkanik, pancaran listrik dari kilat, emisi gas alami, dan lain-lain. Sumber CO lainnya yaitu dari proses pembakaran dan industri (Fardiaz, 1992).

Menurut Kurniawan, sebagian besar gas CO yang ada diperkotaan berasal dari kendaraan bermotor (80%) dan ini menunjukkan korelasi yang positif dengan kepadatan lalu lintas dan kegiatan lain yang ikut sebagai penyumbang gas CO di atmosfer (Sugiarta, 2008). Hasil penelitian tersebut ditegaskan oleh penelitian yang dilakukan Sastranegara yang menyatakan hal serupa dan menekankan bahwa semakin lama rotasi atau putaran roda kendaraan per menit, semakin besar kadar CO yang diemisikan.

Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi CO terhadap Kesehatan

Konsentrasi CO di udara (ppm)	Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Gangguan pada tubuh
3	0,98	Tidak ada
5	1,3	Belum begitu terasa
10	2,1	Sistem syaraf sentral
20	3,7	Panca indera
40	6,9	Fungsi jantung
60	10,1	Sakit kepala
80	13,3	Sulit bernafas
100	16,5	Pingsan – kematian

Sumber : Wardhana, 2001 : 118-120

2. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida sering disebut dengan NO_x karena oksida nitrogen mempunyai dua bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO₂ dan gas NO (Wardhana, 2004). Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara.

Nitrogen dioksida (NO₂) berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Reaksi pembentukan NO₂ dari NO dan O₂ terjadi dalam jumlah relatif kecil, meskipun dengan adanya udara berlebih. Kecepatan reaksi ini dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi NO. Pada suhu yang lebih tinggi, kecepatan reaksi pembentukan NO₂ akan berjalan lebih lambat. Selain itu, kecepatan reaksi pembentukan NO₂ juga dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen dan kuadrat dari konsentrasi NO. Hal ini berarti jika konsentrasi NO bertambah menjadi dua kalinya, maka kecepatan reaksi akan naik empat kali. Namun, jika konsentrasi NO berkurang setengah, maka kecepatan reaksi akan turun menjadi seperempat (Fardiaz, 1992).

Nitrogen monoksida (NO) tidak berwarna, tidak berbau, tidak terbakar, dan sedikit larut di dalam air (Sunu, 2001). NO terdapat di udara dalam jumlah lebih besar daripada NO₂. Pembentukan NO dan NO₂ merupakan reaksi antara nitrogen dan oksigen di udara sehingga membentuk NO, yang bereaksi lebih lanjut dengan lebih banyak oksigen membentuk NO₂ (Depkes).

Kadar NO_x di udara daerah perkotaan yang berpenduduk padat akan lebih tinggi dibandingkan di pedesaan karena berbagai macam kegiatan manusia akan menunjang pembentukan NO_x, misalnya transportasi, generator pembangkit listrik, pembuangan sampah, dan lain-lain. Namun, pencemar utama NO_x berasal dari gas buangan hasil pembakaran bahan bakar gas alam (Wardhana, 2004). Selain itu, kadar NO_x di udara dalam suatu kota bervariasi sepanjang hari tergantung dari intensitas sinar matahari dan aktivitas kendaraan bermotor. Dari perhitungan kecepatan emisi NO_x diketahui bahwa waktu tinggal rata-rata NO₂ di atmosfer kira-kira 3 hari, sedangkan waktu tinggal NO adalah 4 hari dan gas ini bersifat akumulasi di udara yang bila tercampur dengan air akan menyebabkan terjadinya hujan asam (Sugiarta, 2008).

3. Belerang Oksida (SO_x)

Ada dua macam gas belerang oksida (SO_x), yaitu SO₂ dan SO₃. Gas SO₂ berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO₃ sangat reaktif. Konsentrasi SO₂ di udara mulai terdeteksi oleh indra penciuman manusia ketika konsentrasinya berkisar antara 0,3-1 ppm. Gas hasil pembakaran umumnya mengandung lebih banyak SO₂ daripada SO₃. Pencemaran SO_x di udara terutama berasal dari pemakaian batubara pada kegiatan industri, transportasi dan lain sebagainya (Wardhana, 2004).

Pada dasarnya semua sulfur yang memasuki atmosfer diubah dalam bentuk SO₂ dan hanya 1-2% saja sebagai SO₃. Pencemaran SO₂ di udara berasal dari sumber alamiah maupun sumber buatan. Sumber alamiah adalah gunung berapi, pembusukan bahan organik oleh mikroba, dan reduksi sulfat secara biologis. Proses pembusukan akan menghasilkan H₂S yang akan berubah menjadi SO₂. Sedangkan sumber SO₂ buatan yaitu pembakaran bahan bakar minyak, gas, dan terutama batubara yang mengandung sulfur tinggi (Mulia, 2005). Pabrik peleburan baja merupakan industri terbesar yang menghasilkan SO_x. Hal ini disebabkan adanya elemen penting alami dalam bentuk garam sulfida misalnya tembaga (CuFeS₂ dan Cu₂S), zink (ZnS), merkuri (HgS) dan timbal (PbS). Kebanyakan senyawa logam sulfida dipekatkan dan dipanggang di udara untuk mengubah sulfida menjadi oksida yang mudah tereduksi. Selain itu sulfur merupakan kontaminan yang tidak dikehendaki di dalam logam

dan biasanya lebih mudah untuk menghasilkan sulfur dari logam kasar dari pada menghasilkannya dari produk logam akhirnya. Oleh karena itu, SO₂ secara rutin diproduksi sebagai produk samping dalam industri logam dan sebagian akan terdapat di udara (Depkes).

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi SO₂ terhadap Kesehatan

No	Konsentrasi (ppm)	Efek
1	3-5	Jumlah terkecil yang dapat dideteksi dari baunya
2	8-12	Jumlah terkecil yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
3	20	- Jumlah terkecil yang akan mengakibatkan iritasi mata dan batuk - Jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk konsentrasi dalam waktu lama
4	50-100	Maksimum yang diperbolehkan untuk kontak singkat (30 menit)
5	400-500	Berbahaya meskipun kontak secara singkat

4. Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon terdiri dari elemen hidrogen dan karbon. HC dapat berbentuk gas, cairan maupun padatan. Semakin tinggi jumlah atom karbon pembentuk HC, maka molekul HC cenderung berbentuk padatan. HC yang berupa gas akan tercampur dengan gas-gas hasil buangan lainnya. Sedangkan bila berupa cair maka HC akan membentuk semacam kabut minyak, bila berbentuk padatan akan membentuk asap yang pekat dan akhirnya menggumpal menjadi debu (Depkes).

Sumber HC antara lain transportasi, sumber tidak bergerak, proses industri dan limbah padat. HC merupakan sumber polutan primer karena dilepaskan ke udara secara langsung. Molekul ini merupakan sumber fotokimia dari ozon. Bila pencemaran udara oleh HC disertai dengan pencemaran oleh nitrogen oksida (NO_x), maka akan terbentuk Peroxy Acetyl Nitrat dengan bantuan oksigen (Sunu, 2001).

Tabel 3. Pengaruh Konsentrasi Hidrokarbon terhadap Kesehatan

Jenis Hidrokarbon	Konsentrasi (ppm)	Dampak Kesehatan
Benzene (C ₆ H ₆)	100	Iritasi membran mukosa
	3.000	Lemas setelah ½ - 1 jam
	7.500	Pengaruh sangat berbahaya setelah pemaparan 1 jam
	20.000	Kematian setelah pemaparan 5-10 menit
Toluena (C ₇ H ₈)	200	Pusing, lemah, dan berkunang-kunang setelah pemaparan 8 jam
	600	Kehilangan koordinasi, bola mata terbalik setelah pemaparan 8 jam

5. Partikel

Partikel adalah pencemar udara yang dapat berada bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel dapat diartikan secara murni atau sempit sebagai bahan pencemar yang berbentuk padatan (Mulia, 2005).

Partikel merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang terbesar di udara dengan diameter yang sangat kecil, mulai dari < 1 mikron sampai dengan maksimal 500 mikron. Partikel debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang di udara dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan. Partikel pada umumnya mengandung berbagai senyawa kimia yang berbeda dengan berbagai ukuran dan bentuk yang berbeda pula, tergantung dari mana sumber emisinya (Depkes).

Berbagai proses alami yang menyebabkan penyebaran partikel di atmosfer, misalnya letusan vulkano dan hembusan debu serta tanah oleh angin. Aktivitas manusia juga berperan dalam penyebaran partikel, misalnya dalam bentuk partikel-partikel debu dan asbes dari bahan bangunan, abu terbang dari proses peleburan baja, dan asap dari proses pembakaran tidak sempurna, terutama dari batu arang. Sumber partikel yang utama adalah dari pembakaran bahan bakar dari sumbernya diikuti oleh proses-proses industri (Fardiaz, 1992).

1.5. Baku Mutu Udara Ambien

Menurut Srikandi Fardiaz (2010) untuk menghindari terjadinya pencemaran udara di lingkungan ditetapkan baku mutu udara yang dapat dibedakan atas baku mutu udara ambien dan baku mutu udara emisi. Baku mutu udara ambien adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di udara, namun tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh – tumbuhan dan atau benda. Baku mutu udara emisi adalah batas kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar untuk dikeluarkan dari sumber pencemaran ke udara, sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu udara ambien.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang baku mutu udara ambien nasional adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Baku Mutu Udara Ambien

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
1.	SO ₂ (Sulfur Dioksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	900 µg/Nm ³ 365 µg/Nm ³ 60 µg/Nm ³	Pararosanalin	Spektrofotometer
2.	CO (Karbon Monoksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	30.000 µg/Nm ³ 10.000 µg/Nm ³	NDIR	NDIR Analyzer
3.	NO ₂ (Nitrogen Dioksida)	1 jam 24 jam 1 tahun	400 µg/Nm ³ 150 µg/Nm ³ 100 µg/Nm ³	Saltzman	Spektrofotometer
4.	O ₃ (Oksida)	1 jam 1 tahun	235 µg/Nm ³ 50 µg/Nm ³	Chemiluminescent	Spektrofotometer
5.	HC (Hidro Karbon)	3 jam	160 µg/Nm ³	Flamed Ionizatin	Spektrofotomeer
6.	PM ₁₀ (Partikel <10 mm)	24 jam	150 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
	PM _{2.5} (Partikel < 2.5 mm)	24 jam 1 tahun	65 µg/Nm ³ 15 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol
7.	TSP	24 jam	230 µg/Nm ³	Gravimetric	Hi – Vol

	(debu)	1 tahun	90 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$		
8.	Pb (Timah hitam)	24 jam 1 tahun	2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 1 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Gravimetric Ekstraksi Pengabuan	Hi – Vol AAS
9.	Dustfall (debu jatuh)	30 hari	10 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{bulan}$ (pemukiman 10 $\text{ton}/\text{km}^2/\text{bulan}$ (industri)	Gravimetric	Cannister
10.	Total Flourides (as F)	24 jam 90 hari	3 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 0.5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Spesific Ion Electrode	Impinger atau Continous Analyzer
11.	Flour Indeks	30 hari	40 $\mu\text{g}/100$ cm^3 dari kertas limed filter	Colourimetric	Limed Filter Paper
12.	Klorin dan Klorin Dioksida	24 jam	150 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	Spesific Ion Electrode	Impinger atau Continous Analyzer
13.	Sulphat Indeks	30 hari	1 mg $\text{SO}_3/100 \text{ cm}^2$ dari lead peroksida	Colourimetric	Lead Peroxide Candle

1.6. Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

Tujuan perhitungan ISPU untuk mengetahui seberapa bahayanya tingkat konsentrasi polutan pada udara ambien. Sehingga identifikasi dampak kesehatan dapat diketahui dari tingkat ISPU polutan tersebut. Berikut ini adalah kategori ISPU untuk partikulat udara ambien

PENGARUH INDEKS STANDAR PENCEMAR UDARA UNTUK SETIAP PARAMETER PENCEMAR

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO ₂)	Ozon O ₃	Sulfur Dioksida (SO ₂)	Partikulat
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit berbau	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat Kombinasi dengan SO ₂ (Selama 4 Jam)	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O ₃ (Selama 4 Jam)	Tidak ada efek
Sedang	51 - 100	Perubahan kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada Babarapa spesies tumbuhan	Luka pada Beberapa spesies tumbuhan	Terjadi penurunan pada jarak pandang
Tidak Sehat	101 - 199	Peningkatan pada kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung	Bau dan kehilangan warna. Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras	Bau, Meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu di mana-mana
Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit Jantung, dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata	Meningkatnya sensitivitas pasien yang berpenyakit asma dan bronhitis	Olah raga ringan mengakibatkan pengaruh pamafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asthma dan bronhitis	Meningkatnya sensitivitas pada pasien berpenyakit asthma dan bronhitis

1.7. Dampak Pencemaran Udara

Dampak terhadap kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara akan terakumulasi dari hari ke hari. Pemaparan dalam jangka waktu lama akan berakibat pada berbagai gangguan kesehatan, seperti bronchitis, emphysema, dan kanker paru-paru. Dampak kesehatan yang diakibatkan oleh pencemaran udara berbeda-beda antarindividu. Populasi yang paling rentan adalah kelompok individu berusia lanjut dan balita. Menurut penelitian di Amerika Serikat, kelompok balita mempunyai kerentanan enam kali lebih besar jika dibandingkan dengan orang dewasa. Kelompok balita lebih rentan karena mereka lebih aktif dan dengan demikian menghirup udara lebih banyak, sehingga mereka lebih banyak menghirup zat-zat pencemar.

Dampak dari timbal sendiri sangat mengerikan bagi manusia, utamanya bagi anak-anak. Di antaranya adalah mempengaruhi fungsi kognitif, kemampuan belajar, memendekkan tinggi badan, penurunan fungsi pendengaran, mempengaruhi perilaku dan intelegensi, merusak fungsi organ tubuh, seperti ginjal, sistem syaraf, dan reproduksi, meningkatkan tekanan darah dan mempengaruhi perkembangan otak. Dapat pula menimbulkan anemia dan bagi wanita hamil yang terpajan timbal akan mengenai anak yang disusunya dan terakumulasi dalam ASI. Diperkirakan nilai sosial setiap tahun yang harus ditanggung akibat pencemaran timbal ini sebesar 106 juta dollar USA atau sekitar 850 miliar rupiah.

Pencemaran akibat asap yang sudah mencapai bahaya ditandai dengan adanya peningkatan kadar debu di udara, yang disebut dengan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Harian Suara Pembangunan (2004a), memberitakan bahwa peristiwa kebakaran hutan di Jambi yang terjadi mulai bulan Agustus – September 2004 mengakibatkan adanya peningkatan penderita infeksi saluran pernafasan atas (ISPA) sebanyak 72,34% (5.203 menjadi 8.967 orang) pada September 2004 jika dibandingkan dengan Juli 2004. Penyakit ini, banyak menyerang pada anak-anak usia di bawah lima tahun (balita). Penderita ISPA diperkirakan akan meningkat, karena kebakaran tetap berlangsung. Penyebab ISPA disebabkan oleh ISPU Jambi telah mencapai ambang bahaya sekitar 300 – 500 μm .

Pencemaran udara dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan alam, antara lain: hujan asam, penipisan lapisan ozon dan pemanasan global.

1. Hujan Asam

Istilah hujan asam pertama kali diperkenalkan oleh Angus Smith ketika ia menulis tentang polusi industri di Inggris. Hujan asam adalah hujan yang memiliki kandungan pH (derajat keasaman) kurang dari 5,6.

Proses terbentuknya hujan asam

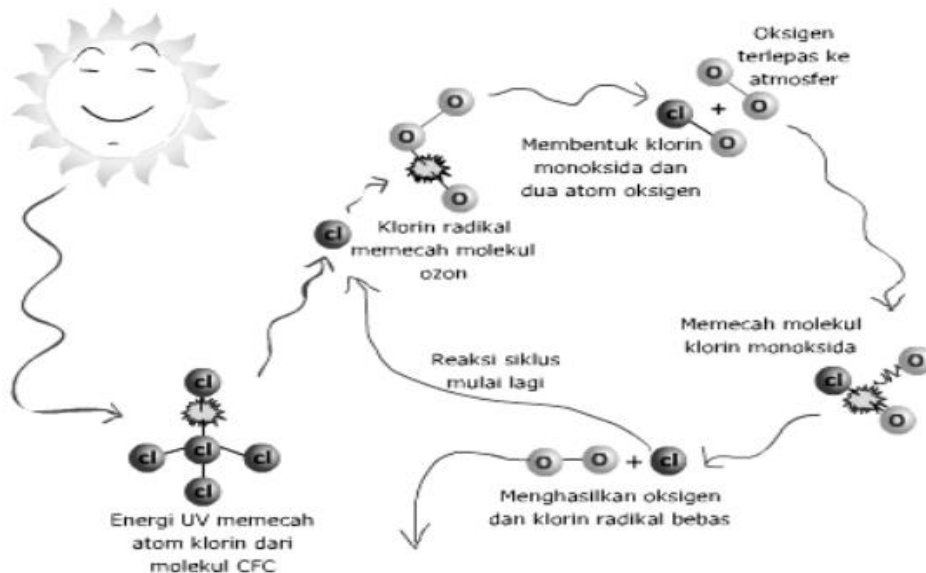


SO_2 dan NO_x (NO_2 dan NO_3) yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (kendaraan bermotor) dan pembakaran batubara (pabrik dan pembangkit energi listrik) akan menguap ke udara. Sebagian lainnya bercampur dengan O_2 yang dihirup oleh makhluk hidup dan sisanya akan langsung mengendap di tanah sehingga mencemari air dan mineral tanah. SO_2 dan NO_x (NO_2 dan

NO₃) yang menguap ke udara akan bercampur dengan embun. Dengan bantuan cahaya matahari, senyawa tersebut akan diubah menjadi tetesan-tetesan asam yang kemudian turun ke bumi sebagai hujan asam. Namun, bila H₂SO₂ dan HNO₂ dalam bentuk butiran-butiran padat dan halus turun ke permukaan bumi akibat adanya gaya gravitasi bumi, maka peristiwa ini disebut dengan deposisi asam.

2. Penipisan Lapisan Ozon

Ozon (O₃) adalah senyawa kimia yang memiliki 3 ikatan yang tidak stabil. Di atmosfer, ozon terbentuk secara alami dan terletak di lapisan stratosfer pada ketinggian 15-60 km di atas permukaan bumi. Fungsi dari lapisan ini adalah untuk melindungi bumi dari radiasi sinar ultraviolet yang dipancarkan sinar matahari dan berbahaya bagi kehidupan.



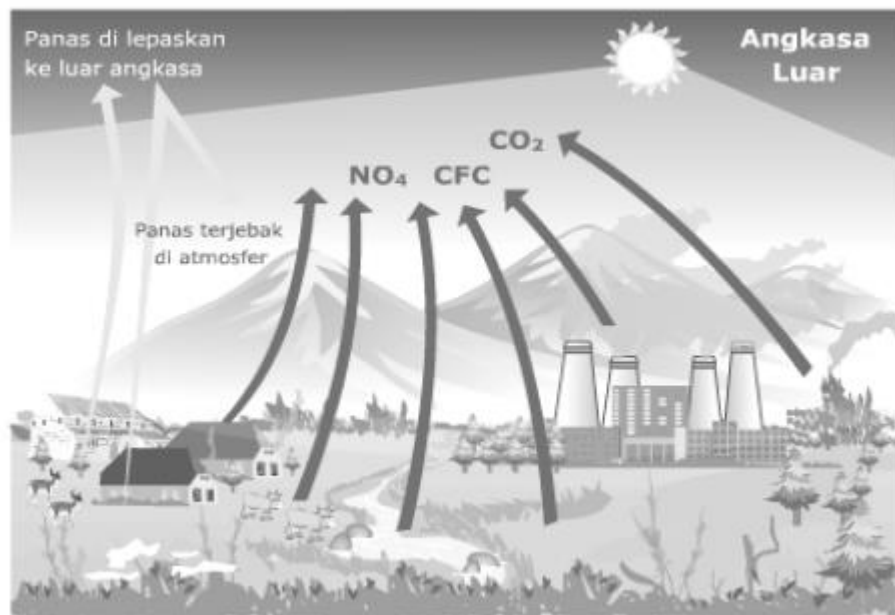
Namun, zat kimia buatan manusia yang disebut sebagai ODS (Ozone Depleting Substances) atau BPO (Bahan Perusak Ozon) ternyata mampu merusak lapisan ozon sehingga akhirnya lapisan ozon menipis. Hal ini dapat terjadi karena zat kimia buatan tersebut dapat membebaskan atom klorida (Cl) yang akan mempercepat lepasnya ikatan O₃ menjadi O₂. Lapisan ozon yang berkurang disebut sebagai lubang ozon (ozone hole).

Diperkirakan telah timbul adanya lubang ozon di Benua Artik dan Antartika. Oleh karena itulah, PBB menetapkan tanggal 16

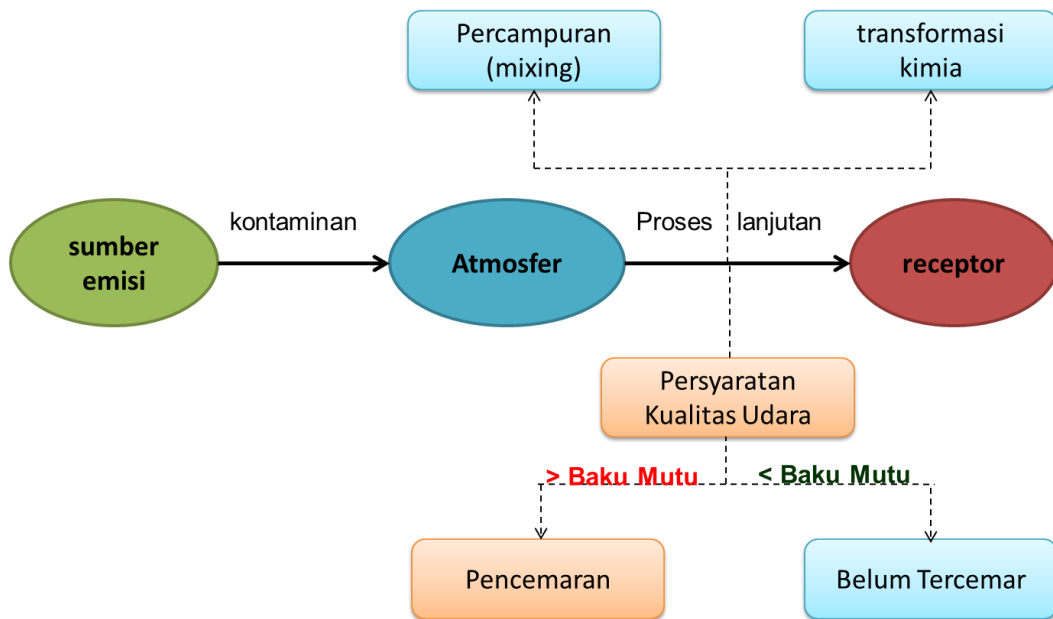
September sebagai hari ozon dunia dengan tujuan agar lapisan ozon terjaga dan tidak mengalami kerusakan yang parah.

3. Pemanasan Global

Kadar CO₂ yang tinggi di lapisan atmosfer dapat menghalangi pantulan panas dari bumi ke atmosfer sehingga permukaan bumi menjadi lebih panas. Peristiwa ini disebut dengan efek rumah kaca (green house effect). Efek rumah kaca ini mempengaruhi terjadinya kenaikan suhu udara di bumi (pemanasan global). Pemanasan global adalah kenaikan suhu rata-rata di seluruh dunia dan menimbulkan dampak berupa berubahnya pola iklim.



Permukaan bumi akan menyerap sebagian radiasi matahari yang masuk ke bumi dan memantulkan sisanya. Namun, karena meningkatnya CO₂ di lapisan atmosfer maka pantulan radiasi matahari dari bumi ke atmosfer tersebut terhalang dan akan kembali dipantulkan ke bumi. Akibatnya, suhu di seluruh permukaan bumi menjadi semakin panas (pemanasan global). Peristiwa ini sama dengan yang terjadi di rumah kaca. Rumah kaca membuat suhu di dalam ruangan rumah kaca menjadi lebih panas bila dibandingkan di luar ruangan. Hal ini dapat terjadi karena radiasi matahari yang masuk ke dalam rumah kaca tidak dapat keluar.



Gambar 1. Mekanisme Pergerakan Pencemaran Udara

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kesehatan. (1999). Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. Depkes, RI.
- Canter, L.W. 1977. Environmental Impact Assesment. McGraw-Hill Book Company, New York
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius
- Sastrawijaya, A.T. (2000). Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi). Jakarta: Penerbit Rineka Cipta. 165-170.
- Peraturan Pemerintah RI nomor 41 tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- Undang-undang No.32 Tahun 2009 Pasal 1 Ayat 14 Mengenai Pencemaran Lingkungan.
- Wardhana, W.A. (2001). Dampak Pencemaran Lingkungan. Yogyakarta. Andi Offset. 27-43, 103-120.