

## **GLOBALISASI MASALAH PENIPISAN LAPISAN OZON DAN USAHA-USAHA PENANGGULANGANNYA**

Oleh  
**A K Prodjosantoso**

### **Abstrak**

Ozon merupakan komponen atmosfer yang jumlahnya sangat sedikit. Kehidupan manusia sangat tergantung pada lapisan ozon. Ozon mempunyai kemampuan untuk menyerap radiasi sinar-ultra violet dengan panjang gelombang kurang lebih 320 nm yang dipancarkan oleh matahari. Sinar ultra-violet dapat mematikan manusia dan merusakkan unsur-unsur kehidupan lainnya.

Penggunaan senyawa-senyawa kimiawi, seperti CFC dan Halon, dapat merusakkan ozon. Perusakan ini menyebabkan lapisan ozon menjadi semakin tipis. Penipisan lapisan ozon merupakan masalah yang bersifat global.

Untuk mencegah berlanjutnya proses penipisan lapisan ozon, perlu dilakukan usaha-usaha bersama antarnegara. Usaha-usaha tersebut di antaranya telah tertuang dalam hasil pertemuan Montreal.

### **Pendahuluan**

Penanggulangan masalah lingkungan telah lama dilakukan oleh manusia. Namun sebaliknya, selama ini manusia juga menciptakan masalah-masalah lingkungan baru. Beberapa masalah lingkungan dapat mendatangkan bencana yang hebat, sedangkan beberapa masalah lingkungan yang lain tidak besar pengaruhnya terhadap kehidupan manusia. Terdapat kecenderungan bahwa pada saat ini masalah lingkungan menjadi masalah yang bersifat global (Stanley, 1984: 2). Masalah lingkungan tidak hanya dirasakan oleh negara tertentu saja, tetapi juga dirasakan oleh negara-negara lain di muka bumi. Juga terdapat kecenderungan, bahwa masalah lingkungan lebih berat dirasakan oleh negara yang sedang berkembang dibandingkan dengan negara yang sudah berkembang atau maju (Onogawa, 1989: 1). Kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan penyebab masalah lingkungan terdapat di mana-

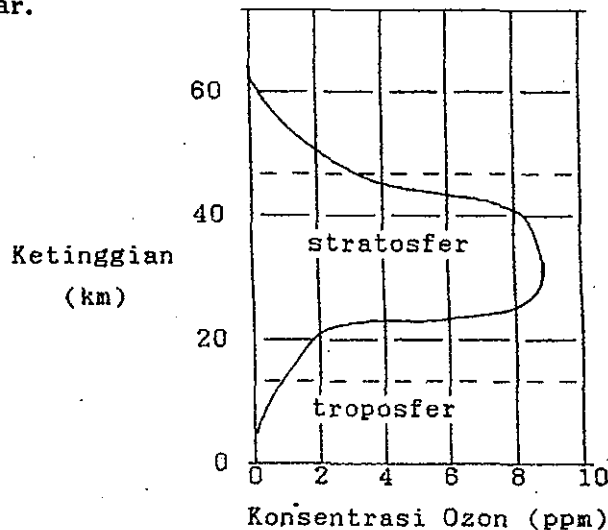
mana. Penipisan lapisan ozon merupakan salah satu contoh masalah lingkungan yang bersifat global. Mengapa penipisan lapisan ozon merupakan masalah global? Bagaimana usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi penipisan lapisan ozon?

### Globalisasi Masalah Penipisan Lapisan Ozon

Pada tahun 1974, Prof. Rolland melontarkan pandangannya tentang penipisan lapisan ozon dan kemungkinan akibat-akibat negatif terhadap manusia dan ekosistemnya di alam (Molina and Rowland, 1974: 810). Pandangan ini menggugah para pengamat, ilmuwan, peneliti, dan praktisi pada waktu itu untuk kembali mempelajari masalah lapisan ozon.

#### Keberadaan dan Fungsi Lapisan Ozon

Ozon merupakan komponen atmosfer yang sangat sedikit jumlahnya. Bila lapisan ozon yang ada di atas permukaan bumi sampai pada ketinggian 60 km dimampatkan, maka hanya akan diperoleh lapisan ozon yang tebalnya kurang lebih 3 mm dengan berat 3.000 juta ton. Sebagian besar ozon terdapat pada ketinggian antara 10 sampai 50 km (pada lapisan stratosfer) di atas permukaan bumi (Spedding, 1974: 29). Distribusi ozon di atmosfer dapat dipelajari melalui gambar.



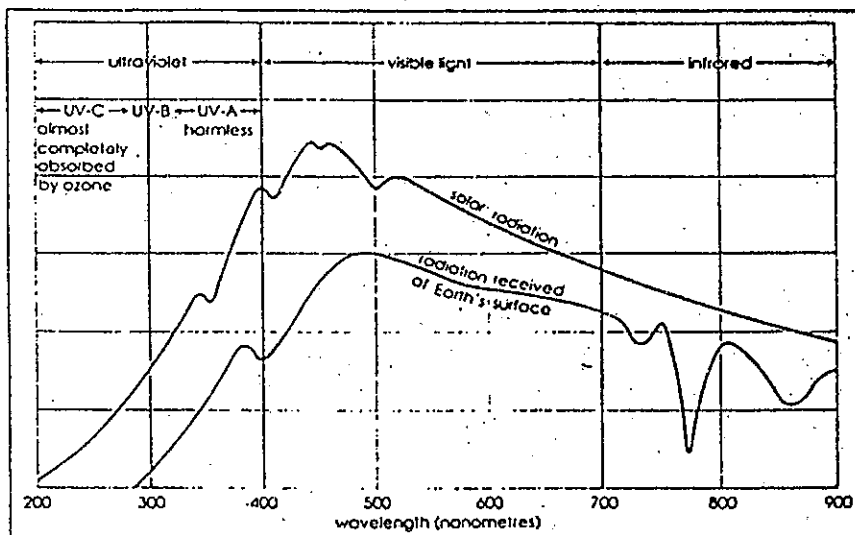
Gambar 1. Konsentrasi Ozon pada Berbagai Ketinggian

Menurut Moore dan Moore (1976: 184), kehidupan manusia sangat tergantung pada lapisan ozon yang jumlahnya relatif sangat sedikit. Ozon mempunyai kemampuan untuk menyerap radiasi sinar ultra violet dengan panjang gelombang kurang lebih 320 nm yang dipancarkan oleh matahari.

Sinar ultra violet dengan panjang gelombang antara 200-280 nm (UV-C), dapat mematikan manusia dan unsur-unsur kehidupan lainnya. Sebelum sampai ke bumi sinar ultra violet ini telah banyak diserap oleh lapisan ozon.

Sinar UV dengan panjang gelombang 280-320 nm (UV-B) sebagian besar diserap oleh lapisan ozon, namun beberapa tetap dapat menerobos lapisan tersebut. Sinar UV ini dapat mematikan hampir semua bentuk-bentuk kehidupan. Bahkan pada tingkat yang rendah, telah dapat merusakkan mata dan menyebabkan kanker kulit. Meningkatnya radiasi sinar UV ini juga dapat menghambat reproduksi pada tanaman, seperti kentang dan algae. Terhambatnya reproduksi algae sangat berpengaruh pada perkembangan habitat hewan laut. Sinar ultra violet dengan gelombang lebih besar dari 320 nm (UV-A) relatif tidak berbahaya dan sinar ini diabsorbsi oleh lapisan ozon dalam jumlah sedikit.

Hubungan antara panjang gelombang sinar matahari dengan jumlah radiasi yang sampai ke permukaan bumi dapat dipelajari pada Gambar 2.



Gambar 2. Panjang gelombang radiasi sinar matahari dan jumlah radiasi yang mencapai bumi

Sinar matahari terdiri atas sinar dengan panjang gelombang antara 100 sampai dengan 3000 nm, tetapi sebagian besar sinar tersebut tidak pernah mencapai permukaan bumi. Ozon bekerja seolah-olah sebagai payung yang dapat menahan jalannya sinar ultra violet sehingga segala bentuk kehidupan yang ada di bumi terlindungi dari bahaya radiasi sinar ultra violet tersebut.

### **CFC dan Halon**

Apakah yang dimaksud dengan senyawaan CFC (*chloro-fluorocarbon*) dan Halon (*bromofluorocarbon* atau *bromochlorofluorocarbon*) serta bagaimana penggunaan keduanya dalam kehidupan sehari-hari? Kedua pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan yang sederhana dan perlu jawaban sehubungan dengan timbulnya masalah sebagai akibat penggunaan CFC dan Halon oleh masyarakat.

Senyawaan CFC yang pertama kali dikenal masyarakat adalah CFC-11 ( $\text{CFCl}_3$ ). Senyawaan ini ditemukan pada tahun 1928 oleh seorang ahli dari Amerika, T. Midgley. Senyawaan ini ditujukan sebagai pengganti senyawaan ammonium yang digunakan sebagai pendingin pada alat-alat pendingin yang ternyata tidak cukup aman bagi kesehatan. Senyawaan CFC merupakan senyawaan yang pada saat itu dianggap sebagai pengganti senyawaan ammonium yang sangat tepat karena senyawa ini sama sekali tidak berbahaya, tidak beracun, dan tidak mudah terbakar. Sampai tahun 1950, CFC dipakai pada hampir semua alat-alat pendingin, seperti: almari pendingin (*refrigerator*) dan penyejuk ruangan (*air conditioner*). Penggunaan senyawaan jenis ini kemudian berkembang dengan cepat, terutama setelah diketemukan senyawaan-senyawaan jenis CFC yang lain. Senyawaan CFC mudah dicairkan dengan penekanan dan dapat melarutkan berbagai senyawaan organik. Karena sifatnya yang demikian, maka CFC digunakan pula sebagai zat pendorong pada kosmetika (misalnya parfum), cat semprot, dan lain-lain. Senyawaan CFC juga digunakan sebagai zat pembuih untuk *poli-urethane* dan sebagai zat pembersih untuk komponen-komponen elektronik yang rumit seperti *Integrated Circuits* (IC) (Onogawa, 1989: 2). Beberapa senyawaan CFC dan Halon yang direkomendasikan bisa digunakan dalam keperluan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1**  
Senyawaan-senyawaan CFC dan Halon yang Direkomendasikan bisa Digunakan sebagai Hasil Perjanjian Montreal

Kode	Rumus Molekul	Umur (Th)	TD	NRP	Penggunaan
CFC-11	$\text{CFCl}_3$	71	23,7	1,0	Pembuih
CFC-12	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$	150	-29,8	1,0	Pendingin
CFC-113	$\text{CF}_2\text{ClCFCl}_2$	117	47,5	0,8	Pelarut senyawa pembersih
CFC-114	$\text{CF}_2\text{ClCF}_2\text{Cl}$	320	3,6	1,0	Campuran
CFC-115	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{Cl}$	550	-39,1	0,6	Campuran
HALON-1211	$\text{CF}_2\text{ClBr}$			3,0	
HALON-1301	$\text{CF}_3\text{Br}$		-57,8	10,0	
HALON-2402	$\text{CF}_2\text{BrCF}_2\text{Br}$		47,2	**	

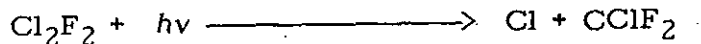
TD : Titik didih

NRP : Nilai relatif potensinya terhadap penipisan ozon dibandingkan dengan potensi CFC-11

\*\* : belum diketemukan

### Mekanisme Penipisan Lapisan Ozon

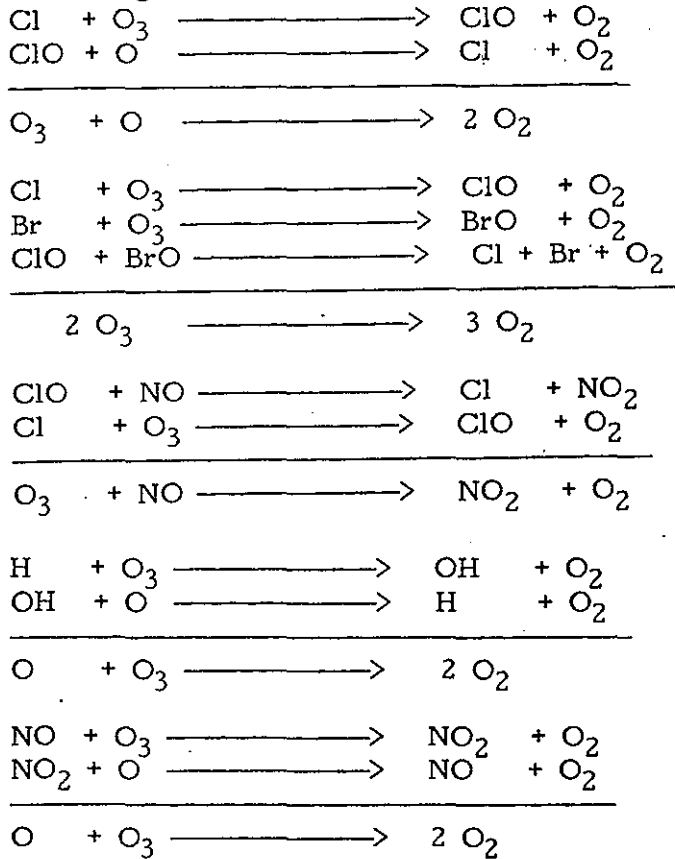
Senyawaan CFC merupakan senyawaan yang stabil dan tidak dapat dengan mudah diuraikan baik secara khemis, fisis, maupun biologis. Senyawaan CFC yang terbuang dari permukaan bumi akan bergerak ke atas menerobos lapisan troposfer dan singgah pada lapisan stratosfer selama 10 tahun atau lebih. Pada lapisan stratosfer, CFC dipecah oleh radiasi sinar UV dan terurai melepaskan atom-atom klor (Stanley, 1984: 349).



Atom-atom klor yang dilepaskan ini bereaksi dengan molekul ozon dan merusaknya.

Kemungkinan-kemungkinan reaksi perusakan ozon dapat dipelajari pada reaksi-reaksi berikut ini (Moore dan Moore,

1976: 190; Onogawa, 1989: 3; Stanley, 1984: 349):



Beberapa jenis CFC (seperti yang tercantum dalam tabel 1) dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok berdasarkan struktur molekulnya dan tingkah lakunya di atmosfer, yaitu:

### 1. PFC (Perfluorocarbon) atau Fluorokarbon Super Keras

Molekul PFC hanya tersusun oleh fluorin dan karbon. Ikatan antara C - F sangat kuat sehingga senyawaan ini tahan akan reaksi kimia dan tahan akan panas serta sinar. Senyawa ini tidak akan terurai walaupun berada pada lapisan stratosfer, namun akan terdegradasi oleh sinar matahari bila berada pada bagian atas atmosfer seperti pada ketinggian 70 km. Umur PFC di atmosfer kurang lebih 1000 tahun. Senya-

waan ini tidak mempunyai potensi menipiskan lapisan ozon, tetapi dapat menyebabkan efek rumah kaca (*Greenhouse Effect*). Beberapa senyawaan turunan PFC (antara lain: PFC-14 atau disebut juga  $CF_4$ ) biasanya digunakan dalam industri elektronik.

## 2. CFC (*Chlorofluorocarbon*) atau *Fluorokarbon Keras*

Molekul klorofluorokarbon tersusun oleh klorin, fluorin, dan karbon. Senyawa ini sulit terurai di troposfer, tetapi dapat terurai dengan sempurna di stratosfer setelah memakan waktu kurang lebih 10 tahun. Lapisan ozon terusak sebagian oleh CFC. Banyak fluorokarbon jenis ini (misalnya: CFC-11, 12, 113, 114, dan 115) digunakan secara luas sekarang.

## 3. HFC (*Hydrofluorocarbon*) dan HCFC (*Hydrochlorofluorocarbon*) atau *Fluorokarbon Lunak*

Penambahan atom hidrogen ke dalam molekul PFC atau CFC dapat *melunakkan* senyawa tersebut. Senyawa tersebut menjadi lebih mudah terurai daripada fluorokarbon yang tidak berisi hidrogen. Senyawaan HFC dan HCFC dapat terurai pada lapisan troposfer sehingga senyawaan ini tidak dapat mencapai stratosfer. Dengan demikian, senyawa ini hanya mempunyai kemungkinan kecil merusakkan lapisan ozon daripada CFC. Oleh karena itu, maka HFC lebih banyak dipakai sebagai pengganti CFC.

## **Gambaran Keadaan Penipisan Lapisan Ozon**

Jumlah total ozon di atmosfer telah diukur dari beberapa tempat dan selama beberapa tahun dengan menggunakan berbagai teknik. Analisis statistik data yang diperoleh dari berbagai tempat di muka bumi menunjukkan bahwa jumlah ozon di atmosfer mengalami perubahan.

Molina dan Rowland (1974: 810-812), Cicerone, Stolarski dan Walters (1974: 1165-1167), serta Wofsy, McElroy dan Sze (1975: 535-537) melaporkan bahwa telah terjadi pengurangan jumlah ozon sebesar 1% dari jumlah ozon keseluruhan pada saat terbentuknya bumi. Di samping itu, dilaporkan pula bahwa bila penggunaan CFC berlangsung terus menerus maka akan terjadi pengurangan jumlah ozon sebesar 10%-15% pada tahun 1990.

oleh *British Antartics Survey* untuk mengukur kadar ozon di atas Kutub Selatan setiap bulan Oktober semenjak tahun 1957. Pengukuran ini menunjukkan bahwa jumlah total ozon di atas Antartika mengalami penurunan 40% sejak tahun 1957 sampai dengan pertengahan 1970. Pada tahun 1979 pengukuran dan pengamatan ozon dibantu dengan penggunaan satelit. Dari pengamatan menggunakan satelit diperoleh data, bahwa ternyata telah terjadi kerusakan lapisan ozon mulai dari atas Kutub Selatan sampai 45°S. Kenyataan ini menimbulkan gambaran bahwa telah terjadi lubang, atau paling tidak telah terjadi penipisan, pada lapisan ozon di atas Kutub Selatan. Diduga kedalaman lubang ini setiap saat selalu bertambah. Hal tersebut terutama terjadi pada saat di Antartika mengalami musim semi (Onogawa, 1989: 4).

Akibat yang ditimbulkan oleh terjadinya penipisan lapisan ozon di atas Kutub Selatan dirasakan pula di wilayah lainnya. Penyebab menipisnya lapisan ozon tidak pula hanya ditimbulkan oleh penggunaan CFC dan Halon di sekitar Kutub Selatan, tetapi penggunaan senyawaan tersebut di wilayah lainnya juga mempunyai andil menipiskan lapisan ozon tersebut. Masalah penipisan lapisan ozon sekarang telah menjadi masalah seluruh negara di dunia. Masalah yang bersifat global demikian hanya bisa ditanggulangi secara global pula. Setiap negara mempunyai kewajiban yang sama untuk berusaha menanggulangi masalah penipisan lapisan ozon.

### **Usaha-Usaha Penanggulangan Berlanjutnya Penipisan Lapisan Ozon**

Berbagai keputusan politik beberapa negara telah ditujukan untuk mencegah berlanjutnya penipisan lapisan ozon. Pandangan Prof. Rolland (1974) tentang penipisan lapisan ozon dibahas secara mendalam oleh United Nations Environmental Program (UNEP) dan Coordinating Committee for Ozon Layer (CCOL) pada tahun 1977. Kegiatan ini kemudian diikuti dengan pengambilan keputusan untuk melakukan gerakan yang bertujuan mencegah berlanjutnya penipisan lapisan ozon (Onogawa, 1989: 1).

Penggunaan dan produksi CFC dan Halon di masa mendatang telah dibahas pada pertemuan beberapa negara di



Montreal. Hasil pertemuan (lihat tabel 2) tersebut diharapkan telah berlaku mulai tanggal 1 Juli 1989.

**Tabel 2**  
**Peraturan tentang Tingkat Penggunaan dan Produksi CFC dan Halon**

Periode CFC	01/07/89-30/06/93 setingkat th.1986	01/07/93 - 30/06/98 80% dr 1986	01/07/98-30/06/99 50% dari 1986
Periode Halon	01/01/92 - setingkat th.1986		

Untuk menjamin dilaksanakannya peraturan yang telah diputuskan oleh Pertemuan Montreal, dunia mengajukan tuntutan agar pelaksanaan pengurangan produksi CFC dipercepat. Tuntutan ini dipertegas Deklarasi Helsinki, yang dikeluarkan di Norwegia pada tanggal 2 Mei 1989. Deklarasi tersebut menyetujui;

- 1) diturunkannya sampai titik nol produksi dan penggunaan CFC secepat mungkin tetapi tidak lewat dari tahun 2.000. Untuk maksud tersebut, maka perlu diperketat pelaksanaan hasil Pertemuan Montreal.
- 2) diturunkannya sampai titik nol produksi dan penggunaan Halon dan mengontrol serta mengurangi senyawa lain yang dapat mengakibatkan penipisan lapisan ozon secepat mungkin dengan mempertimbangkan manfaat dan tingkat bahayanya.
- 3) diberikannya kepercayaan pada masing-masing negara (sesuai dengan peranan dan sumber daya yang dimilikinya) dalam mengembangkan temuan senyawaan kimia dan teknologi yang sesuai dengan keadaan lingkungan yang diharapkan.
- 4) diberikannya kemudahan bagi mengalirnya informasi ilmiah, penyebaran hasil penelitian, pelaksanaan kursus keterampilan dan kegiatan lain yang dapat meningkatkan kemampuan, mempercepat alih teknologi dan meningkatkan penggunaan peralatan-peralatan dengan biaya murah kepada negara berkembang.

Menurut deklarasi tersebut, kalangan industriawan juga harus berusaha sungguh-sungguh dalam penanggulangan peni-

pisan lapisan ozon. Beberapa produksinya (senyawaan CFC) harus segera dihentikan pada tahun 2.000. Dan juga, pihak yang menggunakan CFC dalam proses-proses tertentu harus bersedia mengurangi ketergantungannya terhadap CFC sedikit demi sedikit sampai tidak menggunakan sama sekali bahan tersebut pada tahun 2.000 atau sebelumnya.

Penggantian CFC dengan senyawa baru diharuskan memperhatikan sifat-sifat berikut, yaitu bahwa senyawa pengganti (Moore dan Moore, 1976: 191; Stanley, 1984: 349-350):

- 1) tahan terhadap pengaruh panas dan reaksi kimia,
- 2) tidak berbahaya, tidak beracun dan tidak mudah terbakar,
- 3) mudah berubah dari fase cair ke fase gas dan atau sebaliknya,
- 4) harganya relatif murah,
- 5) dapat melarutkan minyak.

Perkembangan usaha mencari alternatif pengganti CFC sedang berjalan dengan baik dan hasil-hasilnya selalu diinformasikan pada peneliti-peneliti berikutnya agar dapat dipakai sebagai bahan acuan. Beberapa peneliti meminta kepada para pemakai CFC untuk mencoba hasil temuannya dan melaporkan hasil-hasilnya.

Ide lain untuk menghindari terjadinya akibat buruk oleh karena penggunaan CFC adalah (Onogawa, 1989: 6):

- 1) menggunakan teknologi yang bebas CFC,
- 2) tidak memanfaatkan CFC dalam setiap proses.

Kedua ide tersebut pada saat ini sedang diteliti dan dikembangkan.

### **Kesimpulan**

Penipisan lapisan ozon merupakan masalah global. Masalah demikian tidak dapat hanya ditanggulangi oleh negara tertentu saja. Semua negara mempunyai kewajiban berusaha menanggulangi berlanjutnya penipisan lapisan ozon. Salah satu usaha yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan dalam jumlah sedikit atau tidak menggunakan sama sekali CFC dan Halon pada teknologi-teknologi yang dipakai dan dikembangkannya.

Usaha-usaha penanggulangan penipisan lapisan ozon yang bersifat internasional tertuang dalam hasil pertemuan di Montreal.

### Daftar Pustaka

- Fuad, A. 1976. *Prinsip-prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Cicerone, R.J., Stolarski, R.S. dan Walters, S. 1974. *Science*, No.185. London.
- Manahan, Stanley E. 1984. *Environmental Chemistry*. Boston: Willard Grant Press.
- Molina, M.J. and Rowland, F.S. 1974. *Nature*. No.249. London.
- Moore, J.W. and Moore, E.A. 1976. *Environmental Chemistry*. New York: Academic Press.
- Onogawa, K. 1989. *Impact of Humans Activities on The Environment*. United Nations Environment Program.
- Soedjono D, 1979. *Pengamanan Hukum terhadap Pencemaran Lingkungan Industri*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Sedding, D.J. 1974. *Air Pollution*. Oxford: Clarendon Press.
- Wofsy, S.C., McElroy, M.B. and Sze, N.D. 1975. *Science*, No.187. London.

