

Analisis Pengaruh Emisi Zat Karbon terhadap Kerusakan Kualitas Udara dan Pencemaran Lingkungan

Fairuz Rofifah Arifin

Pendidikan Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial,
Universitas Pendidikan Indonesia

Korespondensi penulis: fairuzra416@upi.edu

Nazwa Aulia Rahman

Pendidikan Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial,
Universitas Pendidikan Indonesia

E-mail: nazwaawr29@upi.edu

Abstract. Carbon monoxide is called the "silent killer" because this gas is colorless and odorless. This gas is produced from incomplete combustion of fossil fuels. Carbon monoxide, referred to as CO, is flammable and very dangerous but is non-irritating and tasteless, making it difficult to detect by the human senses. Carbon monoxide can form naturally or artificially. Human activities are the main source of its formation. Carbon monoxide (CO) which comes from nature is CO gas which comes from oceans, mountains, forest fires, electrical storms and metal oxidation in the atmosphere. The source of CO gas that comes from human activities generally comes from incomplete combustion processes, such as the combustion process that occurs in motorized vehicles, burning coal, combustion products from industrial machines, cigarette smoke or other combustion that produces gas. This research aims to determine the effect of carbon monoxide on the environment and health. The method used in this writing is literature study. The library sources taken in compiling this literature study were through journals taken from the Google Scholar website. The results are based on a review of (number of journals) journals related to the title, namely the effect of carbon emissions on damage to air quality and environmental pollution.

Keywords: Carbon Monoxide, Gas, Pollution.

Abstrak. Karbon monoksida disebut sebagai "silent killer" karena gas ini tidak berwarna dan tidak berbau. Gas ini dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna. Karbon monoksida, disebut sebagai CO, mudah terbakar dan sangat berbahaya tetapi tidak menyebabkan iritasi dan tidak berbau, sehingga sulit dideteksi oleh indera manusia. Karbon monoksida dapat terbentuk secara alami maupun buatan. Aktivitas manusia merupakan sumber utama pembentukannya. Karbon monoksida (CO) yang berasal dari alam merupakan gas CO yang berasal dari lautan, gunung, kebakaran hutan, badai listrik dan oksidasi logam di atmosfer. Sumber gas CO yang berasal dari aktivitas manusia umumnya berasal dari proses pembakaran tidak sempurna, seperti proses pembakaran yang terjadi pada kendaraan bermotor, pembakaran batu bara, hasil pembakaran mesin industri, asap rokok atau pembakaran lainnya yang menghasilkan gas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karbon monoksida terhadap lingkungan dan kesehatan. Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah studi literatur. Sumber perpustakaan yang diambil dalam menyusun studi literatur ini adalah melalui jurnal yang diambil dari website Google Scholar. Hasil tersebut berdasarkan review (jumlah jurnal) jurnal yang terkait dengan judul yaitu pengaruh emisi karbon terhadap kerusakan kualitas udara dan pencemaran lingkungan.

Kata Kunci: Karbon Monoksida, Gas, Polusi.

PENDAHULUAN

Karbon monoksida merupakan suatu gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, karena hal ini, ia disebut dengan istilah “silent killer”. Gas ini dihasilkan dari aktivitas pembakaran bahan bakar fosil yang tidak sempurna. Karbon monoksida disebut sebagai CO ini juga memiliki sifat mudah terbakar dan sangat berbahaya tetapi tidak mengiritasi, dan tidak berasa, sehingga sulit dideteksi oleh indera manusia. Karbon monoksida (CO) bisa terbentuk secara alami dan bisa terbentuk secara buatan, kegiatan manusia merupakan sumber utama pembentuknya. Karbon monoksida (CO) yang berasal dari alam adalah gas CO yang berasal dari lautan, pegunungan, kebakaran hutan, badai listrik dan oksidasi metal di lapisan atmosfer (Anggraeni, 2009). Sumber pencemaran udara yang utama adalah berasal dari transportasi terutama kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar yang mengandung zat pencemar, 60% dari pencemar yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon (Fardiaz, 1992). Sumber-sumber pencemar lainnya adalah pembakaran, proses industri, pembuangan limbah dan lain-lain. Sumber gas CO yang berasal dari aktivitas manusia pada umumnya bersumber dari tidak sempurnanya proses pembakaran, seperti proses pembakaran yang terjadi pada kendaraan bermotor, pembakaran briket untuk penghangat ruangan, pembakaran kayu pada proses memasak, pembakaran batu bara, hasil pembakaran mesin industri, asap rokok atau pembakaran lainnya yang menghasilkan gas.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (KEPMEN KLH) No. Kep.02/Men-KLH/1988, yang dimaksudkan dengan pencemaran udara adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke udara dan atau berubahnya tatanan udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas udara turun hingga ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Menurut Kozak dan Sudarmo dalam Purnomohadi (1995), ada dua bentuk emisi dari dua unsur atau senyawa pencemar udara yaitu: Pencemar Udara Primer (Primary Air Pollution), yaitu emisi unsur-unsur pencemar udara langsung ke atmosfer dari sumber-sumber diam maupun bergerak. Pencemar udara primer ini mempunyai waktu paruh di atmosfer yang tinggi pula, misalnya CO, CO₂, NO₂, SO₂, CFC, Cl₂, partikel debu, dsb. Lalu, Pencemar Udara Sekunder (Secondary Air Pollution), yaitu emisi pencemar udara dari hasil proses fisik dan kimia di atmosfer dalam bentuk fotokimia (photochemistry) yang umumnya bersifat reaktif dan mengalami

transformasi fisik-kimia menjadi unsur atau senyawa. Bentuknya pun berbeda/berubah dari saat diemisikan hingga setelah ada di atmosfer, misalnya ozon (O₃), aldehida, hujan asam, dan sebagainya.

Berdasarkan sebaran ruang, sumber pencemar udara dapat dikelompokkan menjadi sumber titik, sumber wilayah, dan sumber garis. Sementara menurut sumber pencemarannya, emisi pencemar udara dapat dibedakan menjadi sumber diam dan sumber bergerak. Sumber diam biasanya berupa kegiatan industri dan rumah tangga (pemukiman), tetapi sementara pakar menganggap permukiman sebagai pencemar udara non titik (non-point sources). Sumber bergerak terutama berupa kendaraan bermotor, yang berkaitan dengan transportasi. Senyawa pencemar udara berdasarkan sifatnya menjadi tiga kelompok seperti yang dikemukakan oleh Meetham (1981) yaitu; Senyawa yang bersifat reaktif, Partikel-partikel halus yang tersangka di atmosfer dalam jangka waktu yang lama, Partikel-partikel kasar yang segera jatuh ke permukaan tanah. Senyawa-senyawa pencemar udara tersebut antara lain adalah SO₂, SO₃, CO, anonia (NH₃), asam hidroklorit, senyawa flour dan unsur-unsur radioaktif. Partikel- partikel halus terutama berbentuk kabut yang berasal dari proses pembakaran bahan bakar secara tak sempurna; sedangkan partikel-partikel kasar terutama berbentuk senyawa organik. Senyawa SO₂, asap dan debu dapat berfungsi sebagai prototype senyawa pencemar udara yang lain.

Dalam artikel ini dibahas mengenai pencemaran udara yang meliputi pengaruhnya terhadap kualitas lingkungan dan kesehatan manusia.

METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah *study literature* review. Data berbasis dari pencarian google scholar dan website menggunakan kata kunci “Karbon Monoksida, Polusi udara, Dampak Emisi Gas Terhadap Kesehatan dan Lingkungan” dan judul yang berkaitan lainnya.

HASIL PENELITIAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang termasuk kedalam 5 besar negara dengan penggunaan kendaraan sepeda motor tertinggi, Indonesia menempati peringkat ke 3, dimana peringkat 1 dan 2 ditempati oleh negara Thailand dan Vietnam. Jika ditelusuri lebih lanjut penggunaan kendaraan berbahan bakar minyak di Indonesia memang sangat padat karena selain

jumlah populasi penduduknya yang besar, aktivitas ekonomi para penduduk yang tak kenal waktu juga sangat mempengaruhi. Pada tabel 1 data yang diperoleh terlihat jelas bahwa setiap tahunnya jumlah total kendaraan di Indonesia mengalami peningkatan sehingga menyebabkan pencemaran udara yang tak kunjung menurun, karena biasanya lebih dari 99% karbon dalam bahan bakar dilepaskan sebagai karbon monoksida (CO) ketika bahan bakar tersebut dibakar.

Tabel 1. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2015-2022

Jenis Kendaraan Bermotor	Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit)							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mobil Penumpang	12.304.221	13.142.98	13.968.202	14.830.698	15.592.419	15.797.746	16.413.348	17.168.862
Mobil Bis	196.309	204.512	213.359	222.872	231.569	233.261	237.566	243.450
Mobil Barang	4.145.857	4.326.731	4.540.902	4.797.254	5.021.888	5.083.405	5.299.361	5.544.173
Sepeda Motor	88.656.931	94.531.510	100.200.245	106.657.952	112.771.136	115.023.039	120.042.298	125.305.332
Jumlah	105.303.318	112.205.711	118.922.708	126.508.776	133.617.012	136.137.451	141.992.573	148.261.817

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia

Environmental Protection Agency (EPA) dan lembaga lainnya memperkirakan rata-rata kandungan karbon untuk memperkirakan emisi CO. Emisi karbon monoksida dari satu galon bensin ialah sebesar 8.887 gram CO/galon, sedangkan emisi CO dari satu galon solar sebesar 10.180 gram CO/galon. Jumlah perkiraan ini jika dikalikan dengan jumlah penggunaan kendaraan di Indonesia maka akan memiliki dampak buruk yang sangat besar, belum lagi jika ditambah dari dampak emisi CO yang dihasilkan oleh aktivitas lainnya seperti merokok. Kegiatan merokok ini bahkan sudah menjadi bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari, bahkan untuk jaman sekarang selain laki-laki, para perempuan juga sudah mulai kecanduan akan rokok. Pada tahun 1975 telah dilakukan penelitian terhadap rokok tembakau konvensional yang hasilnya menunjukkan bahwa 1 batang rokok bisa menghasilkan 5-20,2 miligram CO. Berdasarkan data GATS 2020, di Indonesia terdapat 69,1 juta perokok. Artinya, selama setahun ada 2,5-10,2 juta kilogram gas CO dan 25,2 juta ton CO yang dihasilkan akibat perilaku merokok. Selain asap, ada pula partikel halus atau Particulate Matter 2.5 (PM2.5) yang berbahaya bagi udara, selain itu penelitian lain pada tahun 2004 menyebutkan bahwa rokok menghasilkan lebih banyak emisi PM2.5 dibandingkan mesin diesel kendaraan.

Tabel 2. Persentase Merokok Pada Penduduk Umur ≥ 15 Tahun (Persen)

Pulau Indonesia	Persentase Merokok Pada Penduduk Umur ≥ 15 Tahun (Persen)		
	2021	2022	2023
Sumatera	294,07	285,03	291,46
Jawa	170,19	165,73	166,92
Bali	19,58	17,91	18,09
Nusa	59,93	59,96	59,43
Kalimantan	132,06	121,51	124,77
Sulawesi	166,07	157,18	160,13
Maluku	57,74	55,62	56,86
Papua	51,98	47,02	47,06
Rata - rata	951,62	909,96	924,72

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia

Berdasarkan data hasil penelitian yang sudah dikelompokkan pada tabel 2, diketahui jumlah penduduk berusia ≥ 15 tahun di Indonesia yang merokok pada tiga tahun belakangan ini jumlahnya sangat besar. Dari jumlah penduduk Indonesia yang mendominasi sebagai perokok ini meningkatkan adanya emisi gas karbon monoksida (CO) yang terbentuk.

Emisi gas karbon monoksida (CO) yang terbentuk dari asap kendaraan maupun asap rokok ini memiliki banyak pengaruh buruk bagi kesehatan tubuh maupun kesehatan lingkungan. Salah satunya yaitu menyebabkan pencemaran udara, bagi lingkungan pencemaran udara ini dapat menyebabkan fenomena lain yaitu penipisan lapisan ozon, pembentukan kabut asap dan hujan asam. Sedangkan bagi kesehatan gas CO tingkat sedang maupun tinggi yang terhirup oleh manusia juga dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit jantung, dan bahkan bisa menyebabkan pingsan atau lebih parahnya kematian. Beberapa faktor yang menjadi risiko pendorong seseorang bisa mengalami keracunan karbon monoksida antara lain memanaskan kendaraan di ruangan tertutup, dan berada di dekat knalpot kendaraan.

Saat ini, jumlah jejak karbon di atmosfer sudah mencapai level yang tidak mungkin untuk diserap secara alami. Oleh karena itu, negara – negara di dunia termasuk Indonesia mempunyai target Net Zero Emission (NZE) yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas karbon yang dilepaskan ke atmosfer supaya tidak melebihi jumlah emisi yang mampu diserap oleh bumi. Program NZE menjadi istilah populer setelah Perjanjian Iklim Paris tahun 2015. Program NZE mengkomit negara maju dan industri untuk mencapai nol emisi karbon pada tahun 2050. Selain dari program pemerintah, terdapat banyak cara lain yang bisa kita lakukan untuk

mengurangi emisi gas karbon ini, antara lain melakukan penghijauan, mengefesiensikan penggunaan transportasi, dan mulai mengurangi kebiasaan merokok.



Gambar 1. Gambar asap yang dikeluarkan dari kendaraan



Gambar 2. Gambar rokok yang dinyalakan dan mengeluarkan asap

PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dari metode *study literature review*, emisi gas karbon monoksida yang dikeluarkan oleh kendaraan maupun asap rokok keduanya sama-sama memiliki bahaya yang serius, terutama jika jumlah gas CO yang dikeluarkannya cukup besar. Pada tabel 1 terdapat jumlah pengguna kendaraan, baik angkutan umum ataupun kendaraan pribadi, dan pada table 2 terdapat data penduduk Indonesia yang berusia diatas 15 tahun sudah merokok. Kedua data ini didapatkan dari Badan Pusat Statistik Indonesia yang dihitung untuk menemukan rata-ratanya, dan kemudian menghasilkan hasil akhir sebagai acuan penelitian. Environmental

Protection Agency (EPA) dan lembaga lainnya, memperkirakan bahwa satu galon bensin bisa mengeluarkan emisi gas sebesar 8.887 gram CO, dan satu galon solar mengeluarkan emisi gas sebesar 10.180 gram CO, sedangkan untuk satu batang rokok bisa menghasilkan 5-20,2 miligram CO. Jumlah emisi gas CO ini jika dikalikan dengan jumlah rata-rata data pada tabel tentu akan menjadi hasil yang sangat besar.

Pengaruh gas CO yang jumlahnya melebihi kapasitas serap alami oleh atmosfer lama-kelamaan akan mengakibatkan banyak kerusakan alam lainnya, seperti pemanasan global akibat menipisnya lapisan ozon, perubahan iklim yang ekstrem, dan tentunya membentuk kabut asap atau biasa kita sebut dengan polusi udara. Selain itu, gas CO yang terus-terusan terhirup oleh manusia bisa menyebabkan gangguan kesehatan seperti asma, penyakit jantung, dan lebih parahnya jika jumlah gas CO yang terhirup sudah melebihi batas bisa menyebabkan kematian.

Dilansir dari data yang didapat, negara-negara di dunia sudah sepakat untuk menerapkan program Net Zero Emission atau program nol emisi karbon, program ini ditunjukkan untuk focus pada pengurangan jumlah emisi gas karbon yang dilepas ke atmosfer sehingga jumlahnya tidak melebihi batas. Indonesia sendiri pelan-pelan sudah mulai menerapkan program ini, dan rencananya pada tahun 2060 sudah bisa mencapai tujuan.

KESIMPULAN

Karbon monoksida adalah gas yang beracun yang tidak bisa dilihat oleh mata dan tidak mempunyai bau. Gas ini bisa dihasilkan dari asap kendaraan bermotor dan dari asap rokok. Asap kendaraan bermotor makin naik persentasenya dari tahun 2015 hingga 2022, sedangkan untuk asap rokok, persentase pengguna rokok paling tinggi pada tahun 2021, turun pada 2022 sebanyak 41,66%, dan naik lagi pada tahun 2023 sebanyak 14,76%. Saat ini, jumlah jejak karbon di atmosfer sudah mencapai level yang tidak mungkin untuk diserap secara alami. Oleh karena itu, negara – negara di dunia termasuk Indonesia mempunyai target Net Zero Emission (NZE) yang bertujuan untuk mengurangi emisi gas karbon yang dilepaskan ke atmosfer supaya tidak melebihi jumlah emisi yang mampu diserap oleh bumi.

REFERENSI

- Rizaldi, Muhammad., Azizah., Latif, Mohd., dkk. *Literature Review: Dampak Paparan Gas Karbon Monoksida Terhadap Kesehatan Masyarakat yang Rentan dan Berisiko Tinggi*. Semarang: Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan FKM UNDIP, 2022.
- Vriskaa., Ramingg., Warouw, Finny., dll. *Literature Review: Gambaran Risiko Kesehatan pada Masyarakat akibat Paparan Gas Karbon Monoksida (CO)*. Manado: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado, 2022.
- Gunawan, Safri., Hasan, Hanapi., Lubis, Ria. *Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Medan, 2020.
- Wellid, Ismail., Simbolon, Luga., Falahuddin, Muhammad., dkk. *Evaluasi Polusi Udara PM2.5 dan PM10 di Kota Bandung serta Kaitannya dengan Infeksi Saluran Pernafasan Akut*. Semarang: Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan FKM UNDIP, 2022.
- Klaten, Soeradji. *Pengaruh Polusi Karbon Monoksida bagi Kesehatan*. Kemenkes Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan.
- Siregar, Edy. (2005). *Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya Pada Manusia*. Diakses 14 Maret 2024, dari Universitas Sumatra utara.
- Zahira, Nabila., Fadillah, Dening. *Pemerintah Indonesia Menuju Target Net Zero Emission (NZE) Tahun 2060 Dengan Variable Renewable Energy (VRE) Di Indonesia*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2022.
- Alloway, B. J. 1995. *Heavy Metal in Soils*. Blackie Academic and Professional. London.
- Aubert, H. dan M. Pinta. 1997. *Trace Element in Soils*. Elsevier Scientific Publ. Co., New York.
- Baird, C. 1995. *Environmental Chemistry*. W.H. Freeman and Company. New York. Brady, N. C. 1997. *The Nature and Properties of Soils*. McMillan Publishing Co, Inc. New York. 8 ed.
- Bureau, R. G. 1982. Lead, pp. 347-365. In A.L. Page (Ed.). *Method of Soils Analysis*. The University of Wisconsin. Madison.
- Cape, J. N. 1993. Direct Damage to Vegetation Caused by Acid Rain and Polluted Cloud: Definition of Critical Levels for Forest Trees. *Env. Pollut.* 82. Elsevier Science Publisher Ltd. England. pp. 167 – 180.
- Chang, W. C. 1997. Fluorides. In *Responses of Plant to Air Pollution*. Academic Press. New York.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Faust, S. D. dan O. M. Aly. 1981. *Chemistry of Natural Water*. Ann Arbor Science Publisher Inc. New York.
- Fergusson, Jack E. 1991. *The Heavy Elements : Chemistry, Inviromental Impact and Health Effect*. Pergamon Press, Oxford-NY-Seoul-Tokyo.
- Giddings, J. C. 1973. *Chemistry, Mans and Environmental Changes: An Integrated Approach*. Canfield, San Fransisco, New York.
- Jones, L. H. P. dan S. C. Jarvis. 1981. *The Fate of Heavy Metals In Greenland*, D.J. and M. H. Bird (ed). *The Chemistry of Soils Process*. John Willey and Sons. New York.

- Kozak, J.H. 1993. Air Quality Standars in Indonesia. EMDI Project. No. 30 p. 70.
- Kozlowski, T.T. P.J. Kramer. S.G.Pallardy. 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press Inc. London.
- Laggerwerf, J.V. 1972. Lead, Mercury, and Cadmium as Environmental Contaminants In Mortvedt, J.J. et al. Micronutrien In Agriculture, SSSAA Inc Wisconsin. USA.
- Linder, Maria C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Peterjemah: A. Parakkasi. UI Press. Jakarta.
- rd Meetham, A. R. 1981. Atmospheric Pollution; Its Origin and Prevention. 3 Ed. Perganon Press. New York.
- Metcalf dan Eddy. 1978. Waste Water Engineering. McGraw Hill Publishing Co., New Delhi.
- Muud, J.B. 1975. Sulfur Dioxide; Respont of Plant to Air Pollution. Academic Press. London.
- National Academy of Science (NAS). 1972. Airbone Lead In Prespective. Washington D. C.
- Owen, O. S. 1980. Natural Resources Conservation. McMillan Publ., Co., New York.
- Purnomohadi, S. 1995. Peran Ruang Terbuka Hijau Dalam Pengendalian Kulaitas Udara di DKI Jakarta. Disertasi. Program Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Rustiawan, A. 1994. Kandungan Logam Berat Timah Hitam Pada Komoditi Buah-Buahan dan Sayuran di DKI Jakarta. Tesis S2 Program Pasca Sarjana. IPB>
- Saeni, M. S. 1980. Upaya perbaikan kualitas air dengan cara penyaringan. PUSDI-PSL. IPB, Bogor.
- Saeni, M.S. 1989. Kimia Lingkungan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Dirjen Perguruan Tinggi. PAU Ilmu Hayat. IPB. Bogor.
- Saeni, M. S. 1995. The correlation between the concentration of heavy metals (Pb, Cu and Hg) in the environment and in human hair. Buletin Kimia 9: 63-70.
- Saeni, M.S. 1997. Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut. Orasi Ilmiah. Guru Besar Tetap Ilmu Kimia Lingkungan. Fakultas Matematika dan IPA. IPB. Bogor.
- Tsalev, D. L. dan Z. K. Zaprianov. 1985. Atomic Spectroscopy Occupation and Enviromental Health. CRC Prees,Inc. Florida.
- Sastrawijaya, A.T. 1991. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry Genesis, Composition, Reactions. A Willey Inter Science Publication. John Willey and Sons. New York.
- Suratin. 1991. Studi Kerusakan Anatomi Daun Bauhinia purpurea Sebagai Tanaman Tepi Jalan di Kota Bogor. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor.
- Surtipanti, S. dan Suwirma. 1987. Kandungan Logam Berat Dalam Air dan Lumpur Sungai Cisadane dan Angke. Hal 213-217. Dalam Hasil Penelitian 1981-1987. Pusat Aplikasi dan Radiasi, Batan. Jakarta.
- Wardhana, W. A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta.

- Ward, N.I., D. Reeves and R.R. Brooks. 1975. Lead in soil and vegetation along a New Zealand State Highway With Low Traffic Volume. *Journal Environment Pollution*. Great Britain. 9:243-251.
- WHO. 1995. *Environmental Health Criteria 165. Inorganic Lead*. Finland.
- Widiriani, R. 1996. Kandungan Timbal Pada Tanaman The dan Tanah di Perkebunan Gunung Mas Bogor. Tesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Zubayr, M. 1994. Struktur Anatomi Lima Jenis Daun di Jalan Iskandardinata Kotamadya Bogor. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB. Bogor