

KUALITAS UDARA AMBIEN, KENYAMANAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT DI SEKITAR PABRIK GULA SEMBORO

*(Ambient Air Quality, Comfortable and Community Health
Arround of Pabrik Gula Semboro)*

Khoiron *

ABSTRACT

Industry plays an important role in the life of humanity. In the economic perspective, it is very important for states in providing numerous job vacancies for millions people worldwide. Nevertheless, activities in industrial sectors have the potential of causing air pollution. Activities of PG Semboro at a milling time have caused air condition around the factory dirty and polluted by dust from the factory smokestack. The objective of study is to describ the air quality, the comfort and health of communities living around Pabrik Gula Semboro Jember. It is a descriptive observational study conducted by using a cross sectional design. The sample is communities living at the around Pabrik Gula Semboro. Data collection is conducted by using questionnaire sheets. Result of the study indicates the ambient air quality which exceeds environmental quality standard are : dust (0,515 mg/m³) on the north side Pabrik Gula Semboro, noise (53,9-56,2 dBA) on area of Pabrik Gula Semboro, noise (50,5-61,2 dBA) on the north side Pabrik Gula Semboro. Respondents comfort disturbed by odor (33%), dust (80%), noise (30%), smoke factory (26%). The community health indicates the Acute respiratory Tract Infection is the most incidence arround of Pabrik Gula Semboro.

Keywords: *Ambient Air quality, Comfort, Community health*

PENDAHULUAN

Industri berperan penting dalam kehidupan umat manusia. Secara ekonomi, industri penting bagi negara dan dapat mempekerjakan jutaan orang di seluruh dunia. Walaupun di beberapa negara diatur dengan baik, sektor industri merupakan sumber dari banyak kontaminan dan zat kimia. Kegiatan pokok di dalam industri berpotensi menghasilkan emisi penurunan kualitas udara, limbah buangan dan sampah padat, yang semuanya dapat menimbulkan berbagai jenis polutan kimia. Jika prosedur pengelolaan kegiatan industri dan tindakan pencegahan polusi yang

* *Khoiron adalah Dosen Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember*

tepat dijalankan dengan benar, masyarakat umum akan terlindungi dari paparan zat kimia yang dikeluarkan oleh industri (Widyastuti, 2006).

Dampak penurunan kualitas udara saat ini merupakan masalah yang serius yang dihadapi oleh negara-negara industri. Akibat yang ditimbulkan oleh penurunan kualitas udara ternyata sangat merugikan. Penurunan kualitas tersebut tidak hanya mempunyai akibat langsung terhadap kesehatan manusia tetapi juga dapat merusak lingkungan lainnya seperti hewan, tanaman, bangunan gedung dan lain sebagainya (Wardhana, 2004). Penurunan kualitas udara pada dasarnya berbentuk partikel dan gas. Udara yang tercemar dengan partikel dan gas dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit (Soedomo, 2001).

PTPN XI Pabrik Gula (PG) Semboro adalah perseroan terbatas yang menghasilkan produk utama gula pasir dari nira tebu. Selain produk utama tersebut PG Semboro juga menghasilkan limbah padat, cair, dan gas yang dapat mencemari lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan dapat berdampak terhadap kesehatan manusia, tata kehidupan, flora, dan fauna yang berada dalam jangkauan penurunan kualitas (Davis dan Masten, 2002). Perlu adanya upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup sebagaimana telah diatur dalam Undang-Undang nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 butir 2, bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya penurunan kualitas dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum.

Berdasarkan pengamatan awal dan data kondisi kesehatan masyarakat bahwa masyarakat merasa terganggu dengan kondisi udara yang kotor akibat kegiatan PG Semboro. Gangguan yang dirasakan oleh masyarakat adalah gangguan kenyamanan dan keluhan kesehatan. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana kondisi udara di sekitar PG Semboro serta dampaknya terhadap kenyamanan dan kesehatan masyarakat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif observasional dengan rancangan pendekatan *cross sectional*. Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder. Teknik pengumpulan data yang utama dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan kuesioner.

Data sekunder berasal dari data hasil pemantauan kualitas udara di PG Semboro yang dilakukan oleh Balai Hyperkes Keselamatan Kerja Surabaya, Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Surabaya, serta data penyakit tahun 2010 dari Dinas Kesehatan Kabupaten Jember.

Populasi penelitian adalah masyarakat yang tinggal di sekitar PG Semboro dalam radius 1 KM. Sampel penelitian berjumlah 100 orang.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Gambaran Karakteristik Responden

Hasil pengumpulan data dalam penelitian ini dimulai dengan menggambarkan karakteristik responden penelitian meliputi : jenis kelamin, tingkat pendidikan, pekerjaan, dan lama bermukim. Gambaran karakteristik responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden Di Kecamatan Semboro, 2010

Variabel	Jumlah	Persentase (%)
Jenis kelamin : laki-laki	51	51
perempuan	49	49
Total	100	100
Usia : 20-30	7	7
31-40	36	36
41-50	35	35
50-60	12	12
61-70	10	10
Total	100	100
Pendidikan formal : SD	18	18
SLTP	27	27
SLTA	43	43
Perguruan Tinggi	12	12
Total	100	100
Pekerjaan : PNS	13	13
TNI/POLRI	1	1
Karyawan/swasta	65	65
Petani/buruh tani	11	11
Wiraswasta	10	10
Lokasi Tempat Tinggal : Sebelah Utara Pabrik	25	25
Sebelah Selatan Pabrik	25	25
Sebelah Timur Pabrik	25	25
Sebelah Barat Pabrik	25	25
Total	100	100

Sumber : Data Primer, 2010.

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa proporsi jenis kelamin responden relative berimbang, yaitu 51 persen laki-laki dan 49 persen perempuan. Usia responden sebagian besar (78 persen) pada usia produktif yaitu pada usia 20-50 tahun. Sedangkan tingkat pendidikan responden pada umumnya pada tingkat dasar (Sekolah dasar 18 persen dan tingkat menengah pertama 27 persen) dan menengah 43 persen. Tingkat pendidikan dapat mempengaruhi terhadap upaya pencarian informasi terkait dampak penurunan kualitas yang diakibatkan oleh Pabrik Gula serta adanya pengetahuan serta kemampuan untuk melakukan advokasi jika terdapat gangguan kenyamanan dan atau kesehatan terkait dampak penurunan kualitas dari pabrik gula.

Lokasi tempat tinggal responden terdapat disekeliling Pabrik Gula Semboro dengan proporsi yang berimbang yaitu sebelah timur 25 persen, sebelah barat 25 persen, sebelah selatan 25 persen, dan sebelah utara 25 persen. Lokasi tempat tinggal berkaitan langsung dengan dampak yang akan diterima oleh responden terkait penurunan kualitas udara. Bahan pencemar udara bersifat menyebar terbawa angin. Lokasi tempat tinggal berpotensi besar kecilnya dampak yang dirasakan warga akibat kegiatan PG Semboro.

Gambaran Kualitas Udara Di Lingkungan Sekitar Pabrik Gula Semboro

Kondisi udara di sekitar PG Semboro tergantung kepada kegiatan produksi PG Semboro dimana kegiatan tersebut terdiri dari 3 periode yaitu sebelum giling, musim giling dan sesudah giling. Kegiatan sebelum dan sesudah giling tidak terlalu mempengaruhi kondisi udara, namun pada saat musim giling kondisi udara menjadi kotor karena adanya debu yang keluar bersama asap dari cerobong ketel PG Semboro. Tabel 2 adalah hasil pemantauan kualitas udara di sekitar PG Semboro pada saat musim giling.

Tabel 2. Kualitas Udara Ambien dan Kebisingan

No.	Parameter dan Baku Mutu*	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	Pb 0.06 mg/m ³ *	<LD	<LD	<LD
2	SO ₂ 0.10 ppm*	0,0017	0,0014	0,0049
3	NO ₂ 0.05 ppm*	0,0002	0,0005	0,0012
4	CO 20.00 ppm*	<LD	<LD	0,68
5	Partikel (debu) 0.26 mg/m ³ *	0,059	0,059	0,515
6	Kebisingan (dBA)	48,6-52,5	53,9-56,2	50,5-61,2
7	Arah angin	Ke utara	Ke utara	Ke utara

Sumber: Semboro, 2010

Keterangan : * Baku Mutu Lingkungan berdasarkan PerGub No. 10 tahun 2009.

Titik 1 Sebelah selatan Pabrik Gula Semboro (Lapangan Poras)

Titik 2 Di area Pabrik Gula Semboro

Titik 3 Sebelah utara Pabrik Gula Semboro

Berdasarkan tabel 2 di atas empat parameter kualitas lingkungan (Pb, SO₂, NO₂, dan CO) dari semua titik sampling masih di bawah nilai baku mutu lingkungan. Dilihat dari tingkat kadarnya, pada titik 3 (sebelah utara pabrik) menunjukkan nilai

yang tertinggi. Konsentrasi gas SO₂ pada daerah yang kelembabannya lebih kecil akan lebih rendah daripada daerah yang mempunyai kelembaban lebih besar. Pada daerah dengan kelembaban yang lebih kecil maka suhu lingkungannya akan tinggi. Gas SO₂ pada suhu yang lebih tinggi akan lebih cepat bereaksi dengan O₂ di udara membentuk SO₃ dengan adanya uap air akan bereaksi membentuk H₂SO₄. Hal ini menyebabkan konsentrasi SO₂ pada daerah tercemar menjadi lebih rendah (Fardiaz, 1992).

Sementara kualitas lingkungan partikel (debu) pada dua titik masih di bawah nilai baku mutu lingkungan, hanya terdapat satu titik yang melebihi baku mutu lingkungan yaitu di titik 3 sebesar 0,515 mg/m³. Rendahnya kadar partikel pada dua titik tersebut karena sudah diantisipasi oleh PG Semboro dengan memasang alat penyaring debu namun belum maksimal. Disamping itu tingginya kadar debu di titik 3 (sebelah utara) karena arah angin dominan arahnya ke utara. Menurut Fardiaz (1992) dan Mukono (2003) kadar bahan pencemar udara berbeda satu tempat dengan tempat yang lain karena adanya perbedaan kondisi pencahayaan, kelembaban, suhu, arah angin serta hujan yang akan membawa pengaruh besar dalam penyebaran dan difusi pencemar udara yang diemisikan.

Sedangkan kualitas kebisingan lingkungan terdapat dua titik yang nilai maksimalnya berada di atas nilai baku mutu lingkungan yaitu titik 2 (53,9 – 56,2) dBA dan titik 3 (50,5 – 61,2) dBA. Data di atas menggambarkan bahwa hanya pada titik 2 (di area pabrik) dan titik 3 (di sebelah utara pabrik) yang mengalami pencemaran udara. Hal ini dikarenakan arah angin dominan mengarah ke utara.

Kegiatan PG Semboro pada saat musim giling menyebabkan menurunnya kualitas udara karena menimbulkan debu dan gas pencemar serta adanya peningkatan derajat kebisingan di lokasi pemukiman masyarakat sekitar pabrik. Debu berasal dari sisa pembakaran bahan bakar yang keluar bersama asap dari cerobong ketel uap (*boiler*), sedangkan gas berasal dari kebocoran-kebocoran peralatan pabrik pada saat proses produksi gula berlangsung. Kebisingan berasal dari mesin pabrik dan alat transportasi yang mengangkut bahan baku (tebu) dari lokasi perkebunan ke pabrik. Bahan pencemar tersebut melalui media udara masuk ke lingkungan sehingga terjadi penurunan kualitas lingkungan udara dan peningkatan kebisingan. Penurunan kualitas udara dan peningkatan kebisingan ini menimbulkan dampak pada masyarakat seperti keluhan kesehatan dan gangguan kenyamanan masyarakat.

Menurut WHO (1997) dampak pencemaran udara terhadap kesehatan manusia tergantung kepada jenis bahan pencemar dan efeknya terhadap masing-masing individu berbeda-beda. Secara umum efek dari bahan pencemar adalah gangguan fungsi paru dan sistem pernapasan. Menurut Chandra (2007) efek pencemaran udara terhadap kesehatan manusia dapat terlihat sebagai berikut:

a. Efek cepat.

Hasil studi epidemiologi menunjukkan bahwa peningkatan mendadak kasus pencemaran udara akan meningkatkan angka kasus kesakitan dan kematian akibat penyakit saluran pernapasan. Pada situasi tertentu, gas CO dapat menyebabkan kematian mendadak karena daya afinitas gas CO terhadap

haemoglobin darah (menjadi methaemoglobin) yang lebih kuat dibanding daya afinitas O₂ sehingga terjadi kekurangan gas oksigen di dalam tubuh.

b. Efek lambat.

Pencemaran udara diduga sebagai salah satu penyebab penyakit bronkhitis kronis dan kanker paru primer. Penyakit yang disebabkan oleh pencemaran udara antara lain, emfisema paru, *black lung disease*, asbestosis, silikosis, bisinosis, dan pada anak-anak penyakit asma dan eksema.

Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel dan gas. Udara yang tercemar dengan partikel dan gas dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya. Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah, atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit (Soedomo, 2001).

Gambaran Gangguan Kenyamanan Responden Di Sekitar Pabrik Gula Semboro

Untuk mengetahui bagaimana pendapat responden terkait gangguan kenyamanan akibat keberadaan PG. Semboro, kepada responden ditanyakan beberapa kemungkinan keluhan disesuaikan dengan karakteristik industri gula yaitu gangguan partikel (debu), bau tidak sedap, dan kebisingan. Data primer yang dikumpulkan dari kuesioner menunjukkan bahwa dari 100 responden, 33 responden (33%) mengeluh merasakan bau tidak sedap dan semuanya merasakan keluhan itu berasal dari PG Semboro pada saat musim giling. Keluhan gangguan debu sebanyak 80 responden (80%) dan semuanya merasakan keluhan itu berasal dari PG Semboro pada saat musim giling. Keluhan kebisingan sebanyak 30 responden (30%) dan 29 diantaranya mengeluh kebisingan berasal dari PG Semboro pada saat musim giling. Keluhan gangguan asap sebanyak 26 responden (26%) dan semuanya mengeluh gangguan asap tersebut berasal dari PG Semboro pada saat musim giling.

Gambaran Kondisi Kesehatan Masyarakat

Kondisi kesehatan masyarakat yang diteliti dari data sekunder adalah data jenis penyakit dari pasien yang datang berobat ke Puskesmas Semboro. Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Jember tahun 2010 bahwa penyakit yang paling banyak diderita penduduk sekitar PG Semboro adalah penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Kondisi udara yang buruk disebabkan karena naiknya kadar bahan pencemar di udara. Menurut Ware (1986) dalam Mukono (2003) kenaikan kadar bahan polutan terutama SO₂ dan partikel debu di daerah industri dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut.

Data primer yang dikumpulkan dari kuesioner menunjukkan bahwa dari 100 responden 6 responden (6%) mengeluh pusing-pusing dan semuanya merasakan keluhan itu pada saat musim giling. Keluhan sesak napas sebanyak 4 responden (4%), keluhan ini dirasakan pada saat musim giling. Keluhan batuk-batuk sebanyak 12 responden (12%) dan semua mengeluh pada saat musim giling.

Keluhan pilek/bersin sebanyak 10 responden (10%) dan 8 diantaranya mengeluh pada saat musim giling.

Selain keluhan tersebut diatas 63 responden (63%) responden juga merasakan keluhan sakit mata. Keluhan sakit mata pada saat sebelum musim giling dirasakan oleh 1 responden, keluhan pada saat sebelum musim giling 1 responden, dan sesudah musim giling 2 responden, keluhan pada saat musim giling 62 responden. Keluhan pada saat musim giling yang dirasakan oleh responden karena debu/partikel yang masuk ke mata sehingga menyebabkan mata kelilipan. Selain gangguan fungsi pernapasan bahan pencemar terutama gas dan partikel juga dapat menyebabkan iritasi mata dan kulit (Soedomo, 2001).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) Kondisi kualitas udara di sekitar PG Semboro masih dalam keadaan di bawah baku mutu lingkungan. Namun masih terdapat parameter yang di atas baku mutu lingkungan yaitu debu dan kebisingan khususnya di bagian utara pabrik. (2) Kenyamanan warga cukup terganggu dengan adanya debu, kebisingan, bau, dan asap dari pabrik. (3) Kondisi kesehatan masyarakat di sekitar PG semboro umumnya penyakit yang diderita warga adalah Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA).

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan kesimpulan di atas dapat disarankan hal-hal berikut ini: Untuk PG Semboro: a) perlunya penyempurnaan alat-alat pabrik yang menyebabkan kebocoran untuk meminimalkan jumlah polutan yang dihasilkan; b) mengingat dekatnya jarak pemukiman penduduk dengan pabrik maka diperlukan adanya perbaikan dan penyempurnaan cerobong boiler untuk mengurangi dispersi debu di udara sehingga jarak jatuh debu tidak sampai ke pemukiman penduduk, d) perlunya pemantauan secara terus menerus kualitas lingkungan pemukiman penduduk meskipun tidak ada keluhan masyarakat secara langsung ke pihak manajemen pabrik. Untuk peneliti selanjutnya: Keluhan kesehatan yang diteliti dalam penelitian ini adalah keluhan subyektif dari responden penelitian. Disarankan perlunya penelitian lebih lanjut yang dilengkapi dengan penelitian keluhan obyektif sehingga lebih menggambarkan kondisi kesehatan yang sebenarnya dan memperkuat hasil penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

Achmadi, U.F, 2005. *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*, Penerbit Buku Kompas, Jakarta.

- Amsyari, F, 1986, *Prinsip-Prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*, Ghalia Indonesia, Surabaya.
- Azwar, S, 2008, *Penyusunan Skala Psikologi*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Chandra, B., 2007, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Davis, M., L., and Masten, J., S., 2002, *Principles of Environmental Engineering and Science*, The McGraw-Hill Companies, New York.
- Departemen Kesehatan RI, 1998, *Pedoman Pemberantasan Pencemaran Udara yang Berhubungan Dengan Kesehatan Masyarakat*, Direktorat Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan
- Departemen Pekerjaan Umum, 2008, *Kriteria Lokasi dan Standar Teknis Kawasan Budi Daya*, Litbang Departemen PU.
- Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, 2010. *Laporan Program P2M*, (tidak diterbitkan), Jember.
- Fardiaz, S., 1992, *Polusi Air dan Udara*, Kanisius, Yogyakarta.
- Hadi, E. N., (penyunting), 1999, *Aplikasi Penelitian Kualitatif dalam Pemantauan dan Evaluasi Program Kesehatan*, Pusat Data Kesehatan Depkes RI.
- Henry, C., Perkins, 1974, *Air Pollution*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Ikawati, Z., 2007, *Farmakoterapi Penyakit Sistem Pernapasan*, Pustaka Adipura, Yogyakarta.
- Kristanto, P., 2004, *Ekologi Industri*, Andi Offset, Yogyakarta
- Lagorio, S., Forastiere, F., Pistelli, R., Iavarone, I., Michelozzi, P., Fano, V., Marconi, A., Ziemacki, G., and Ostro, B, D., 2006, Air Pollution and Lung Function among Susceptible adult subjects: a panel study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 2006, 5:11.
- Moleong, L., J., 2007, *Metodologi Penelitian Kualitatif*, PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Mukono, H., J., 2003, *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Mukono, H., J., 2005, *Toksikologi Lingkungan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Notoatmodjo, S., 2005, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Ramandhani, A., 2003, *Ergonomi Dalam Bunga Rampai Hiperkes Dan Kesehatan Kerja*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sarwono, S. W., 1995, *Psikologi Lingkungan*, Grasindo, Jakarta.
- Sastrawijaya, T., 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta, Bandung.

- Sitaningrum, T., 2002, Pengaruh Kondisi Udara terhadap Kesehatan dan Kenyamanan Masyarakat Sekitar Tempat Pembuangan Sampah Akhir Mojosongo Surakarta Jawa Tengah, *Tesis*, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soedomo, M., 2001, *Pencemaran Udara*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Soemarwoto, O., 2004, *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*, Djambatan, Jakarta.
- Soemirat, J., 2004. *Kesehatan Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Spektor, D, M., Hofmeister, V, A., Artaxo, P., Brague, J, A., Echelar, F., Nogueira, D, P., Hayes, C., Thurston, G, D., and Lippmann, M., 1991, Effect of Heavy Industrial Pollution on Respiratory Function in the Children of Cubatau, Brazil. *Environmental Health Perspective* Vol 94, 51-54.
- Subijanto, A. A., 2008, Area Industri Gamping Sebagai Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru, *Jurnal Berita Kedokteran Masyarakat*, Vol 24, No, 2, Juni 2008, hal 86-89.
- Sudarmadji, 1995, *Pencemaran dan Proteksi Lingkungan* (Bahan Ajaran), Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Supraptini, 2002, Pengaruh Limbah terhadap Lingkungan Di Indonesia, (Artikel), *Media Litbang Indonesia*, Vol XII, Nomor 2 tahun 2002, hal 10-18.
- Utami, A., Hippy, N.S.I., dan Nurlinawati, I., (Alih Bahasa), 2007, *Kesehatan Masyarakat Suatu Pengantar*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Wardhana, W., A, 2004, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Widyastuti, P., (Alih Bahasa), 2006, *Bahaya Bahan Kimia pada Kesehatan Manusia dan Lingkungan*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- WHO, 1979, *Environmental Health Criteria No. 8, Sulfur Oxides and Suspended Particulate Matter*. World Health Organization, Geneva.
- _____, 1997, *Health and Environmental in Sustainable Development*, World Health Organization, Geneva.