

KAJIAN INDEKS STANDAR PENCEMAR UDARA (ISPU) SULFUR DIOKSIDA (SO₂) SEBAGAI POLUTAN UDARA PADA TIGA LOKASI DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Ria Dwi Yunita^{1*}, Agung Abadi Kiswandono²

¹ SMAN I Blambangan Umpu Jl. Jend. Sudirman No. 2 Blambangan Umpu Way Kanan, 34764

² Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung

yriadwi@gmail.com

Artikel Info

Diterima
tanggal
31.01.2017

Disetujui
publikasi
tanggal
31.03.2017

Kata kunci :
Bandar
Lampung, ISPU,
SO₂

ABSTRAK

Komponen pencemar udara berdasarkan Peraturan Pemerintah No.41 tahun 1999 adalah partikulat berukuran 10 µm (PM₁₀), karbon monoksida (CO), oksidan dalam bentuk ozon (O₃), nitrogen dioksida (NO₂), dan sulfur dioksida (SO₂). Telah dilakukan perhitungan indeks pencemar udara untuk sulfur dioksida (SO₂) pada tiga lokasi di kota Bandar Lampung, yaitu Jl. Wolter Monginsidi, Jl. Yos Sudarso, dan Jl. Z.A. Pagar Alam. Perhitungan indeks pencemar udara tersebut berdasarkan KEP-45/MENLH/10/1997 tentang ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan ISPU SO₂ pada tiga lokasi tersebut masing-masing adalah 59,87; 56,37; dan 58,72. Sehingga, tingkat kualitas SO₂ pada tiga lokasi di kota Bandar Lampung masih dalam kategori baik.

ABSTRACT

Components of air pollutants based on Government Regulation No.41 of 1999 is a particulate size of 10 µm (PM₁₀), carbon monoxide (CO), the oxidant in the form ozone (O₃), nitrogen dioxide (NO₂) and sulfur dioxide (SO₂). It has been done for the calculation of the index of air pollutants sulfur dioxide (SO₂) at three locations in the city of Bandar Lampung, namely Jl. Wolter Monginsidi, Jl. Yos Sudarso, and Jl. Z.A. Pagar Alam. The air pollutant index calculation based on KEP-45 / MENLH / 10/1997 concerning ISPU (air pollution index). Based on the calculation results obtained ISPU SO₂ at three locations respectively is 59.87; 56.37; and 58.72. Thus, the quality level of SO₂ at three locations in the city of Bandar Lampung is still in both categories.

PENDAHULUAN

Udara merupakan faktor yang penting dalam hidup dan kehidupan. Namun, sejalan dengan perkembangan pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, serta berkembangnya transportasi menyebabkan kualitas udara mengalami perubahan karena terjadinya pencemaran udara. Pencemaran udara yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/aerosol) ke

dalam udara dalam jumlah tertentu untuk jangka waktu yang cukup lama, sehingga dapat mengganggu kehidupan manusia, hewan, dan tanaman (BPLH DKI Jakarta, 2013).

Sumber pencemaran udara dapat berasal dari berbagai kegiatan antara lain industri, transportasi, perkantoran, dan perumahan. Berbagai kegiatan tersebut merupakan kontribusi terbesar dari pencemar udara yang dibuang ke udara bebas. Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor sudah mencapai tahap yang mengkhawatirkan. Pertambahan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia didominasi oleh kendaraan roda dua, mobil penumpang, serta mobil barang (Abubakar, 2005). Sumber pencemaran udara juga dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan alam, seperti kebakaran hutan, gunung meletus, dan gas alam beracun. Dampak dari pencemaran udara tersebut adalah penurunan kualitas udara, sehingga akan mengganggu kesehatan manusia.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, terdapat delapan parameter pencemar udara yaitu, debu, NH_3 , Pb, CO, SO_2 , hidrokarbon, NO_x , dan H_2S . Parameter tersebut secara bersamaan maupun sendiri-sendiri memiliki potensi bahaya bagi lingkungan yaitu kesehatan masyarakat, hewan, tanaman maupun bagi material (benda) seperti bangunan, logam dan lain-lain. Gas SO_2 (sulfur dioksida), merupakan gas polutan yang banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, batubara, maupun kokas. Selain SO_2 , pembakaran bahan bakar fosil juga menghasilkan gas SO_3 . Kedua gas tersebut dikenal sebagai gas SO_x atau sulfur oksida (Wiharja, 2002).

Gas SO_2 sulit dideteksi karena merupakan gas tidak berwarna. Gas SO_2 dapat menyebabkan gangguan pernafasan, pencemaran, sakit kepala, sakit dada, dan dapat menyerang saraf manusia. Pada kadar yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan kematian (Setiawan dkk., 2013). Metode yang digunakan untuk pengujian kadar gas SO_2 adalah *pararosaniline-spectrofotometri*. Cara kerja dari metode ini adalah SO_2 di udara diserap/diabsorpsi oleh larutan kalium tetrakloromercurate (absorbent) dengan laju *flowrate* 1 liter/menit. Gas SO_2 bereaksi dengan kalium tetrakloromercurat membentuk senyawa kompleks dikloro- sulfitomercurat (Arief, 2015).

Gas SO_2 merupakan salah satu gas yang digunakan sebagai parameter pengukuran Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Nilai ISPU didapatkan dari nilai rata-rata bulanan atau tahunan sesuai dengan kebutuhan. Gas-gas yang digunakan sebagai parameter pengukuran ISPU yaitu karbon monoksida (CO), partikulat (PM_{10}), sulfur dioksida (SO_2), nitrogen dioksida (NO_2), dan

ozon (O₃). Gas-gas tersebut dapat memberikan dampak yang buruk jika berada di udara dalam jumlah yang sangat banyak (Kabapedal, 1997).

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu kota besar di Indonesia. Wilayah Administrasi Kota Bandar Lampung terletak pada 5° 20' – 5° 30' LS dan 105° 28' – 105° 37' BT. Sejak tahun 2012 Wilayah Administrasi Kota Bandar Lampung terbagi dalam 20 Kecamatan dan 126 Kelurahan (Pemda Lampung, 2016). Kontribusi gas buang kendaraan bermotor di kota-kota besar, termasuk kota Bandar Lampung sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%. Sedangkan kontribusi gas buang dari cerobong asap industri berkisar antara 10-15%, sisanya berasal dari sumber pembakaran lain, misalnya yang berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, dan kebakaran hutan (Jusuf dan Aniwidianingsih, 2001). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menghitung dan menganalisis nilai ISPU SO₂ tahun 2015 di tiga lokasi kota Bandar Lampung, yaitu Jl. Wolter Monginsidi, Jl. Yos Sudarso, dan Jl. Z.A. Pagar Alam berdasarkan peraturan pemerintah RI no.41 tahun 1999.

METODE

Data pencemar komponen udara diambil dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH) daerah Lampung dari bulan Januari sampai Desember tahun 2015. Selanjutnya, dihitung nilai ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara) untuk komponen pencemar Sulfur dioksida (SO₂) pada tiga lokasi yang berbeda, yaitu Jl. Wolter Monginsidi, Jl. Yos Sudarso, dan Jl. Z.A. Pagar Alam. Nilai ISPU dihitung dengan pendekatan rumus sebagai berikut (Kabapedal, 1997):

$$I = \frac{I_a - I_b}{X_a - X_b}(X_x - X_b) + I_b \quad (1)$$

Keterangan :

I= ISPU terhitung X_a= kadar ambien batas atas (μg/m³)

I_a= ISPU batas atas X_b= kadar ambien batas bawah (μg/m³)

I_b= ISPU batas bawah X_x= kadar ambien nyata hasil pengukuran(μg/m³)

Batas standar ISPU dalam satuan SI seperti terlihat pada Tabel 1, selanjutnya, hasil perhitungan ISPU dikelompokkan dan dikategorikan menurut keputusan KABAPEDAL No.107 tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan dan Pelaporan Serta Informasi Indeks Standar Pencemar Udara. Angka dan Kategori ISPU masing-masing dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Batas Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Indeks Standar Pencemar Udara	24 Jam PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24 Jam SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8 Jam CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 Jam O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1 Jam NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
50	50	80	5	120	*)
100	150	365	10	235	*)
200	350	800	17	400	1130
300	420	1600	34	800	2260
400	500	2100	46	1000	3000
500	600	2620	57.5	1200	3750

(Kabapedal, 1997).

Tabel 2. Angka Dan Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)

Indeks	Kategori
1 – 50	Baik
51 – 100	Sedang
101 – 199	Tidak Sehat
200 – 299	Sangat Tidak Sehat
300 – lebih	Berbahaya

(Kabapedal, 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencemaran udara sudah menjadi bagian dari masalah dunia. Pencemaran udara atau polusi udara merupakan masalah nyata yang mengancam lingkungan kehidupan manusia. Hal ini ditandai oleh penurunan kualitas udara terutama di kota-kota besar dalam beberapa tahun terakhir. Faktor-faktor yang menjadi sumber utama polusi udara di kota-kota besar adalah transportasi kendaraan bermesin, industri dengan gas buangan industri, kepadatan penduduk, pusat pertokoan dan iklim yang meliputi kelembaban udara, suhu udara dan kecepatan angin. Faktor-faktor yang dapat mencegah atau menghambat timbulnya polusi udara adalah adanya lahan hijau dan banyaknya pohon di taman-taman kota (Atash, 2007).

Gas SO₂ (sulfur dioksida), merupakan gas polutan yang banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang seperti minyak, gas, batubara, maupun kokas. Disamping SO₂, pembakaran ini juga menghasilkan gas SO₃, yang secara bersama-sama dengan gas SO₂ lebih dikenal sebagai gas SO_x atau sulfur oksida (Wiharja, 2002).

Data parameter pencemar udara dari tiga lokasi di kota Bandar Lampung diperoleh dari Badan Perlindungan Lingkungan Hidup (BPLH) kota Bandar Lampung tahun 2015, mencakup

data partikulat berukuran 10 μ m (PM₁₀), sulfur dioksida (SO₂), karbon monoksida (CO), oksidan dalam bentuk ozon (O₃), dan nitrogen dioksida (NO₂) seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kadar Ambien Parameter ISPU untuk tiga Lokasi di Kota Bandar Lampung Tahun 2015

No	Parameter	Satuan	Lama Pengukuran	NAB*	Lokasi**		
					1	2	3
1	SO ₂	μ g/Nm ³	24 Jam	365	136,4	116,43	129,88
2	CO	μ g/Nm ³	24 Jam	10000	3687,5	3092	4328,8
3	O ₃	μ g/Nm ³	24 Jam	235	52,3	167,36	108,74
4	NO ₂	μ g/Nm ³	24 Jam	150	69,51	74,78	85,31
5	PM10	μ g/Nm ³	24 Jam	150	21,48	28,45	7,23

(BPLH Kota Bandar Lampung, 2015)

Keterangan:

*NAB Mengacu pada PP Nomor 41 Tahun 1999

**Lokasi Pengukuran:

1. Jl. Wolter Monginsidi Kota Bandar Lampung
2. Jl. Yos Sudarso Kota Bandar Lampung
3. Jl. Z.A. Pagar Alam Kota Bandar Lampung

Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan nilai Indeks Standar Pencemar Udara menggunakan Persamaan 1 untuk setiap parameter. Contoh perhitungan nilai ISPU gas SO₂ untuk lokasi 1 adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{Ia - Ib}{Xa - Xb} (Xx - Xb) + Ib$$

$$I = \frac{100 - 50}{365 - 80} (136,4 - 80) + 50$$

$$I = 59,87$$

Kelima parameter ISPU yang digunakan dapat dihitung dengan cara yang sama seperti perhitungan gas SO₂ pada lokasi 1. Secara lengkap hasil perhitungan ISPU untuk setiap parameter dapat dilihat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Nilai ISPU untuk tiga Lokasi di Kota Bandar Lampung Tahun 2015

No	Parameter	Satuan	Lokasi		
			1	2	3
1	SO ₂	µg/Nm ³	59,87	56,37	58,72
2	CO	µg/Nm ³	- *	- *	- *
3	O ₃	µg/Nm ³	21,79	70,36	45,20
4	NO ₂	µg/Nm ³	12,20	13,10	15,00
5	PM ₁₀	µg/Nm ³	21,48	28,45	7,23

Keterangan:

* = nilai ambien terlalu besar

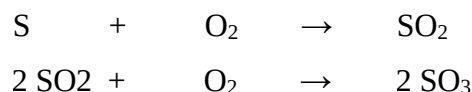
Berdasarkan data pada Tabel 4, terlihat bahwa parameter SO₂ , pada lokasi 1, yakni Jl. Wolter Monginsidi memiliki nilai ISPU tertinggi. Akan tetapi, berdasarkan kategori pencemaran, ketiga lokasi tersebut masih memiliki kategori pencemaran SO₂ yang baik, yaitu berada di rentang 50-100,. sedangkan, untuk O₃, NO₂, dan PM₁₀ berdasarkan kategori pencemaran juga masih memiliki kategori yang sangat baik, kecuali O₃ untuk lokasi 2 (Jl. Yos Sudarso). Data yang diperoleh pada Tabel 4 kemudian dibandingkan dengan KEP-45/MENLH/10/1997 dan KEP-107/KABAPEDAL/-11/-1997 tentang indeks standar pencemar udara (ISPU) sehingga diperoleh kategori ISPU di tiga lokasi kota Bandar Lampung, seperti terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori ISPU 3 Lokasi Kota Bandar Lampung Tahun 2015

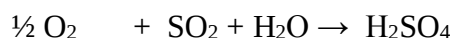
No	Lokasi	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂	PM ₁₀
1.	Jl. Wolter Monginsidi	Baik	-	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
2.	Jl. Yos Sudarso	Baik	-	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
3.	Jl. Z.A Pagar Alam	Baik	-	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

Kadar gas SO₂ di ketiga lokasi kota Bandar Lampung masih dalam kategori baik, namun bila kadar gas SO₂ di kota Bandar Lampung terus meningkat, masyarakat dan makhluk hidup lainnya akan terkena dampaknya. Gas SO₂ dapat menyebabkan gangguan pernafasan, pencemaran, sakit kepala, sakit dada, dan dapat menyerang saraf manusia. Pada kadar yang melebihi ambang batas dapat menyebabkan kematian, SO₂ dapat mengubah bentuk morfologi dalam paru-paru beberapa jenis hewan (Abdalla, 2007).

Gas SO₂ adalah gas tidak terlihat dengan bau yang sangat tajam yang menyebabkan polusi udara dan hujan asam akibat bereaksi dengan air hujan yang membentuk asam sulfur. Sekitar 99% dari gas SO₂ di udara merupakan sumber penting timbulnya gas SO₂ yang diakibatkan dari hasil aktivitas manusia dan kegiatan industri (Reddy et al., 2010; Sakazaki et al., 2013), oksidasi dari gas dan larutan SO₂ dari proses pembakaran dan injeksi emisi vulkanik. Sulfur terkandung didalam bahan bakar dan pelumas, sedangkan gas SO₂ berasal dari hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur (Abdalla, 2007). Kendaraan bermotor dan industri memberikan kontribusi SO₂ yang cukup signifikan, seperti di Jakarta, peningkatan SO_x mencapai 15% (Ismiyati, dkk, 2014). Gas SO₂ sulit dideteksi karena merupakan gas tidak berwarna. (Setiawan dkk, 2013). Secara umum, proses pembentukan gas SO₂ hasil pembakaran bahan bakar fosil mengikuti mekanisme reaksi sebagai berikut :



Dari hasil pembakaran tersebut, jumlah gas SO₂ selalu akan lebih besar dari jumlah SO₃, karena pembentukan SO₃ sangat dipengaruhi oleh kondisi reaksi seperti suhu dan jumlah O₂, dan biasanya tidak lebih dari 10% jumlah pembentukan gas SO₂. Gas SO₂ dapat menimbulkan hujan asam dengan pH yang cenderung rendah (pH < 7) (Wiharja, 2002), sebagai hasil reaksi:



Metode yang digunakan untuk pengujian kadar gas SO₂ di udara memakai metode *pararosaniline-spectrofotometri*. Cara kerja dari metode ini adalah gas SO₂ di udara diserap/diabsorpsi oleh larutan kalium tetra kloromercurat (absorbent) dengan laju flowrate 1 liter/menit. Gas SO₂ bereaksi dengan kalium tetrakloromercurat membentuk kompleks diklorosulfitomercurat. Adanya penambahan pararosaniline dan formaldehida akan membentuk senyawa pararosanilin metil sulfonat yang berwarna ungu kemerahan. Intensitas warna diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 560 nm (Arief, 2015).

Metode pengukuran tersebut berdasarkan reaksi *Schiff* yang dapat mengukur konsentrasi gas SO₂ pada kisaran 25 ~ 1000 µg/m³ pada laju aliran sampel udara yang sama, sedangkan untuk yang lebih kecil dari 25 µg/m³ dapat diukur dengan volume sampel udara yang lebih besar. Kisaran kerja absorbs antara 0,03 µg ~ 1,00 µg atau 0,8 µg ~ 27 µg ion sulfit pada larutan 25 mL dengan

mengikuti hukum *Beer*. Sampel udara juga mengandung senyawa lain yang dapat mengganggu pengukuran kadar gas SO₂, diantaranya ialah, NO_x, O₃, Fe, Mn, Cr (Wiharja, 2002). Tetapi gangguan dari senyawa lain tersebut dapat dicegah dengan cara:

- NO_x dapat dihilangkan dengan asam sulfanat (HNSO₃H).
- O₃ dapat dihilangkan dengan memperlambat waktu sampling,
- Fe, Mn, Cr dapat dihilangkan dengan Na₂EDTA dan asam fosfat, sedikit 60 µg Fe³⁺, 10 µg Mn, 10 µg Cr³⁺ dapat ditolerir dengan pereaksi absorpsi 10 ml.

Rumus Perhitungan Konsentrasi :

$$\mu\text{g SO}_2 / \text{m}^3 = \frac{(A - A_0)(B_s)}{V_r} \times D \quad (2)$$

dimana:

A = Absorbansi sample

A₀ = Absorbansi blanko

V_r = Volume udara terkoreksi pada 25°C dan 760 mmHg (m³)

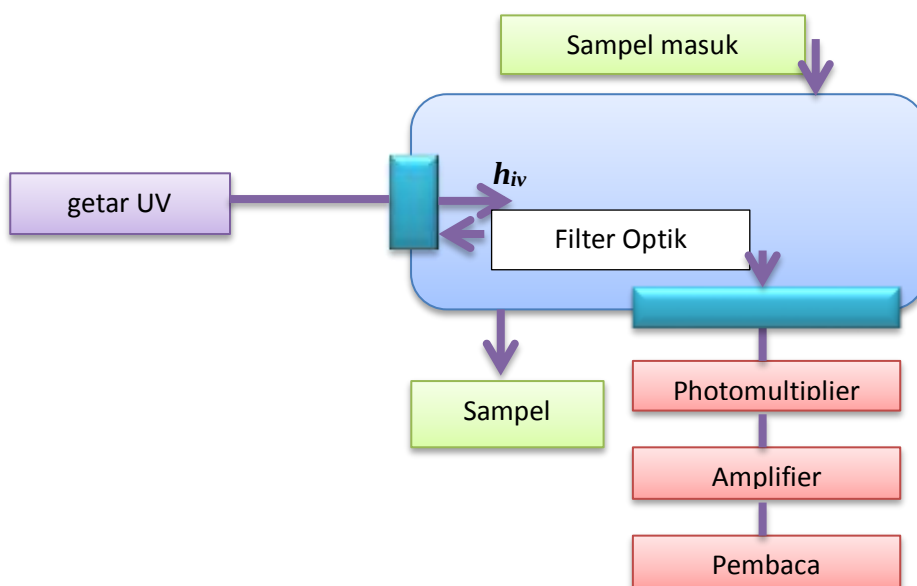
B_s = Faktor kalibrasi, (µg/unit absorbansi)

D = Faktor pengencer, untuk sampel 30 menit dan 1 jam , D = 1, untuk sampel 24 jam, D = 10

Konsentrasi SO₂ dapat dihitung dengan satuan *part per million* (ppm) dengan cara (Wiharja, 2002).:

$$\text{ppm SO}_2 = \mu\text{g SO}_2 / \text{m}^3 \times 3,82 \times 10^{-4} \quad (3)$$

Prinsip dasar pengukuran gas SO₂ dengan sinar ultra violet adalah berdasarkan kemampuan molekul SO₂ berinteraksi dengan cahaya pada panjang gelombang 190–230 nm, menyebabkan elektron terluar dari molekul gas SO₂ akan tereksitasi pada tingkat energi yang lebih tinggi (*excited state*). Elektron pada posisi tereksitasi akan kembali ke posisi *ground state* dengan melepaskan energi dalam bentuk panjang gelombang tertentu . Konsentrasi gas SO₂ dapat ditentukan dengan mengukur intensitas cahaya tersebut. Metode *pararosaniline-spectrofotometri* praktis, mudah dioperasikan, stabil dan akurat hasilnya, sehingga metode ini dapat dipakai untuk alat pemantauan kualitas udara secara otomatis dan kontinyu. Ketelitian dan keakuratan metode ini, sangat dipengaruhi oleh sistem kalibrasi alatnya (Arief, 2015). Gambar 1 memperlihatkan skema alat dari SO₂ analyzer.



Gambar 1. Skema alat SO₂ Analyzer (dalam metode) diindonesiakan (Arief, 2015).

Sebagai upaya untuk penanganan dalam mengatasi pencemaran dan memperbaiki kualitas udara yaitu dengan merawat mesin kendaraan bermotor agar tetap baik, melakukan pengujian emisi dan pengujian kendaraan bermotor (KIR atau *keur*) secara berkala, memasang filter pada knalpot, memasang *scruber* pada cerobong asap untuk daerah industri dan memodifikasi pada proses pembakaran. Sedangkan penanggulangan dalam ruangan yaitu dengan cara menggunakan *exhaust-fan* yang berfungsi mengatur pertukaran udara di dalam ruangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data pengukuran yang didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa nilai parameter yang diukur rata-rata ketiga lokasi pengukuran, menurut pada PP Nomor 41 Tahun 1999 masih berada di bawah ambang batas yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Badan Pengawas Lingkungan Hidup Provinsi Lampung yang telah bekerjasama dalam penyediaan data Kadar Ambien udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J. dan Idris, S.R. 1996. *Pencemaran Udara dan Bunyi*. Penerbit Mikamas.
- Alfiah, T. 2009. *Oksida-oksida Nitrogen*. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *SNI 19-7117.5-2005 : Emisi gas buang – Sumber tidak bergerak – Bagian 5: Cara uji oksida-oksida nitrogen dengan metoda Phenol Disulphonic Acid (PDS) menggunakan spektrofotometer*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *SNI 19-7119.2-2005 : Udara ambien – Bagian 2: Cara uji kadar nitrogen dioksida (NO₂) dengan metoda Griess Saltzman menggunakan spektrofotometer*. Jakarta.
- Departemen Kesehatan. 2001. *Parameter Pencemar Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jakarta.
- Gatto, N.M., Henderson, V.W., Hodis, H.N., St. John, S.A., Lurmann, F., Chen, J.C., dan Mack, W.J. 2014. Components Of Air Pollution And Cognitive Function In Middle-Aged And Older Adults In Los Angeles. *Neurotoxicology*. 40:1-7.
- Giddings, J.S. 1973. *Chemistry Man and Environmental Change*. New York: Canfield Press.
- Gilbert N.L, Woodhouseb, S., David M., Stieb, and Jeffrey R.Br. 2003. Ambient nitrogen dioxide and distance from a major highway. *The Science of the Total Environment*. 312:43–46.
- Jusuf, A. dan Anwidianingsih, W. 2001. *Pengaruh Polusi Udara Terhadap Kesehatan. Lokakarya Strategi Penurunan Emisi Kendaraan Terintegrasi*. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2002. *Keputusan Menteri Kesehatan RI No.1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. Jakarta.
- Nagashima, K. and Nakano, N. 1999. Improvement Of A Monitoring Tape For Nitrogen Dioxide In Air. *Talanta*. 49:305–308
- Leithe, W. 1972. *The Analysis of Air Pollutants*. New York: AnnArbor Science Publisher.
- Li, H. dan Xin, H. 2013. Nitrogen dioxide (NO₂) Pollution As a Potential Risk Factor For Developing Vascular Dementia And Its Synaptic Mechanisms. *Chemosphere*. 92:52-58.
- Marcio, R.M., Purnendu and Dasgupta, K. 2001. Measurement Of Nitrogen Dioxide And Nitrous Acid Using Gas-Permeable Liquid Core Waveguides. *Analytica Chimica Acta*. 431:169–180.
- Masykuri, M. dan Mudjijono. 2011. Aplikasi Metode Griess-Saltzman Dengan Teknik Impinger Tunggal Sebagai Alternatif Pengukuran Polutan NO₂ Di Udara. *J. Ekosains*. 1:33-40.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1997. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 45 Tahun 1997 Tentang : Indeks Standar Pencemar Udara*. Jakarta
- Occupational Safety and Health Administration Analytical Laboratory. 1991. *OSHA Analytical Methods Manual (USDOL/OSHA-SLCAL Method No. ID-182)*.

- Pemda Lampung. 2016. Kota Bandar Lampung. Diakses pada 12 Oktober 2016 pukul 19.00 wib. <http://kotabandarlampung.go.id>.
- Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah RI No.41/1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta.
- Soegianto, A. 2005. *Ilmu Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. *Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO₂) Dengan Metoda Griess Saltzman Menggunakan Spektrofotometer*. SNI 19-7119.2.
- Takeuchi Y. 2006. *Buku Teks Pengantar Kimia*, diterjemahkan dari versi Bahasa Inggrisnya oleh Ismunandar. Reproduced by permission of Iwanami Shoten, Publishers. Tokyo.
- Toda K, Yuki, H., Shin-Ichi, O. and Namihira, T. 2007. Micro-gas analysis system for measurement of nitric oxide and nitrogen dioxide: respiratory treatment and respiratory treatment and environmental mobile monitoring. *Analytica Chimica Acta*. 603:60–66.
- Verma, S.K., Kanti Deb, M., and Verma, D. 2008. Determination Of Nitrogen Dioxide In Ambient Air Employing Diffuse reflectance Fourier transform infrared spectroscopy. *Atmospheric Research*. 90:33–40.
- Wardana, A., dan Wisnu. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta.