

KARAKTERISTIK GAS N₂O (NITROGEN OKSIDA) DI ATMOSFER INDONESIA

Toni Samiaji

Peneliti Bidang Komposisi Atmosfer, LAPAN

e-mail: tonisamiaji@gmail.com

RINGKASAN

Gas N₂O mempunyai 2 dampak dalam kehidupan manusia, yaitu dampak positif dan negatif. Dampak positifnya yaitu berguna untuk dunia kedokteran, automotif, peroketan, dan bahan peledak bahkan memberi efek gembira bagi yang menghirupnya. Dampak negatifnya bila berada di stratosfer bisa merusak ozon, di troposfer bertindak sebagai gas rumah kaca. Gas N₂O ini dapat timbul secara alami yaitu dari berbagai sumber biologis di dalam tanah dan air, terutama aktivitas mikroba pada hutan tropis basah dan kebakaran hutan. Sumber dari antropogenik yaitu sektor pertanian, peternakan, proses industri, pengelolaan sampah, pemakaian energi, bahkan bisa diproduksi dengan sengaja untuk berbagai kebutuhan. Emisi gas N₂O di Indonesia cenderung naik. Sumber yang paling besar di Indonesia adalah pertanian dan peternakan. Akibat dari emisi N₂O yang cenderung naik maka konsentrasinya pun di permukaan cenderung naik. Karakteristik gas N₂O ini bila berada di stratosfer maka konsentrasinya makin kecil dengan bertambahnya ketinggian dan umumnya mengalami maksimum di ekuator.

1 PENDAHULUAN

Latar belakang penulisan makalah ini adalah penelitian gas N₂O di Indonesia masih dianggap kurang, sedangkan gas N₂O memegang peranan penting baik sebagai gas rumah kaca, atau perusak ozon maupun penggunaannya di bidang kedokteran dan automotif. Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengkaji karakteristik gas N₂O baik dilihat dari sumber emisinya maupun konsentrasinya di atmosfer. Nitrous oxide (nitrogen oksida) yang terdiri dari 2 atom nitrogen dan 1 atom oksigen dengan rumus kimia N₂O. Ilmuwan Humphrey Davy, memperkenalkan kepada publik (terutama kelas atas Inggris) sebagai narkoba ("gas ketawa") pada tahun 1799, sebelum digunakan secara medis (Ricky, 2010). Mengapa dikenal sebagai "gas ketawa" karena efek euforia setelah menghirup gas tersebut. Efek euforia ini terasa menyenangkan (baunya sedikit manis), terasa geli sehingga dapat menyebabkan orang meledak dalam tawa. Selain itu

efek dari gas tersebut dapat membuat pengguna merasa stupor, melamun dan dibius. Stupor adalah keadaan penderita seperti tidur dengan sedikit atau tanpa gerakan spontan dan hanya mengerang atau bereaksi menghindar yang tidak sesuai dengan perangsangan kuat dan kejadiannya berulang (Nahdhiyyah, 2012). Oleh karena itu, dokter menggunakan N₂O sebagai obat disosiatif. Penyakit disosiatif adalah penyakit yang disebabkan trauma atau stress berat (Medicastore, 2012). Misalnya amnesia (terganggunya daya ingat), kesurupan dan lain-lain (Detik health, 2012). Dalam pembedahan gigi N₂O digunakan untuk anestesi (pembiusan) dan analgesik (pematirasaan) (Wikipedia, 2012).

Dari sifat kimianya, Nitrogen Oksida di lapisan stratosfer dengan bantuan sinar matahari dapat merusak ozon, sehingga menjadi pengatur utama ozon stratosfer. Kemudian gas N₂O memiliki dampak 298 kali lebih banyak menyerap panas per satuan berat daripada karbon dioksida sehingga

menjadi bagian dari gas rumah kaca. Sedangkan untuk sifat fisisnya, gas Nitrogen Oksida pada suhu kamar tidak berwarna dan tidak mudah terbakar, tetapi pada temperatur tinggi dapat digunakan sebagai *oxidizer* dalam peroketan dan dalam balap motor untuk meningkatkan daya *output* mesin atau menambah tenaga mesin. Nitrogen oksida *oxidizer* telah menjadi pilihan di beberapa desain roket hibrida (dalam hal ini menggunakan bahan bakar padat dengan cairan atau gas *oxidizer*). *Oxidizer* adalah bahan kimia yang dapat mentransfer oksigen ke substrat tertentu yang dapat menghasilkan ledakan, sintesis kimia dan korosif dengan kandungan bahan kimia antara lain permanganate, chromate, osmium tetroxide, perchlorate [Harian Umum Pelita, 2012].

2 SUMBER GAS N₂O

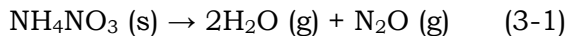
N₂O berasal dari sumber alamiah maupun antropogenik. Sumber antropogenik utama adalah tanah pertanian, pemakaian pupuk hewan, pengolahan sampah, penggunaan bahan bakar pada sumber bergerak maupun stasioner, produksi asam *adipic* dan produksi asam nitrat. N₂O juga diproduksi secara alamiah dari berbagai sumber biologis di dalam tanah dan air, terutama aktivitas mikroba pada hutan tropis basah. Level emisi N₂O dari sumbernya sangat bervariasi dari suatu negara ke negara lain, atau dari suatu wilayah ke wilayah lain, tergantung dari banyak faktor seperti proses produksi dalam industri dan proses pertanian, teknologi pembakaran, penerapan manajemen buangan dan iklim (Wiwiek, S. 2012). Sebagai contoh, pemakaian besar-besaran dari pupuk nitrogen sintetis pada produk hasil bumi biasanya menghasilkan emisi N₂O yang sangat besar dari tanah pertanian daripada jika menggunakan teknik dengan intensifitas dan pengurangan yang lebih rendah.

N₂O bisa timbul dari tanah dan laut yang kekurangan oksigen dengan proses denitrifikasi. Denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi nitrogen gas dan lepas dari tanah (Armant, 2011). Proses denitrifikasi ini terjadi oleh bakteri anaerob (hidup tanpa O₂). Perkembangan bakteri anaerob ini terjadi pada tempat-tempat yang sedikit atau sama sekali tidak mengandung oksigen. Selain itu gas N₂O diproduksi oleh bakteri nitrifier dengan cara mengoksidasi ammonia untuk menghasilkan energi untuk metabolisme sel bakteri nitrifier tersebut. Bakteri ini bersifat autotrof yakni mampu mensintesis makanannya sendiri yang berupa bahan organik dari bahan-bahan anorganik sederhana dengan bantuan sinar matahari dan zat hijau daun (klorofil). Jadi bakteri ini seperti fitoplankton karena kebutuhan karbonnya berasal dari karbon anorganik seperti CO₂ dan H₂CO₃. Dari hasil oksidasi ini dihasilkan NO₂⁻ yang kemudian NO₂⁻ ini dirubah ke NO, N₂O dan N₂. Kemudian N₂O dihasilkan juga dengan mekanisme yang melibatkan nitrifikasi heterotroph dan denitrifikasi aerob. Nitrifikasi adalah suatu proses oksidasi enzimatik yakni perubahan senyawa ammonium menjadi senyawa nitrat yang dilakukan oleh bakteri-bakteri tertentu. Heterotroph adalah organisme yang menyusun kembali dan menguraikan bahan-bahan organik kompleks yang telah mati ke dalam senyawa anorganik sederhana atau dengan kata lain kebutuhan karbonnya berasal dari karbon organik seperti karbohidrat, lemak dan protein [Suera, S. 2008]. Organisme aerobik atau aerob adalah organisme yang melakukan metabolisme dengan bantuan oksigen. Aerob, dalam proses dikenal sebagai respirasi sel, menggunakan oksigen untuk mengoksidasi substrat (sebagai contoh gula dan lemak) untuk memperoleh energi (Heri, 2010).

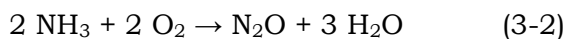
3 PEMBUATAN NITROGEN OKSIDA DI INDUSTRI

Dalam beberapa tahun terakhir, Gas N₂O diproduksi dalam skala industri yang cukup besar, karena berbagai kegunaan yang meningkat.

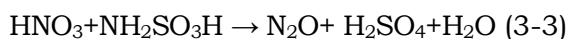
Salah satu produsen komersial yang paling awal oleh George Poe di Trenton, New Jersey (Wikipedia, 2013). Reaksinya seperti berikut.



Reaksi ini terjadi antara 170-240 °C, temperatur di mana amonium nitrat adalah cukup sensitif eksplosif dan oksidator yang sangat kuat. Bila suhu di atas 240 °C, maka akan terjadi ledakan, sehingga campuran harus didinginkan untuk menghindari bencana. Cara lain untuk memproduksi gas nitrogen oksida adalah dengan oksidasi langsung ammonia (lihat persamaan reaksi 3-2). Pada reaksi ini digunakan campuran mangan dioksida dan bismut oksida sebagai katalis, cara pembuatan ini (lihat reaksi di bawah) dibuat di Jepang (Suwa T., et al. 1961). Bila reaksi ini tanpa katalis, maka bukan N₂O yang terbentuk akan tetapi gas N₂ selain itu akan terjadi ledakan.

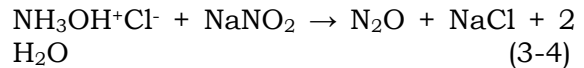


Selain 2 reaksi di atas gas N₂O dapat dibuat dengan memanaskan larutan asam sulfamik dan asam nitrat seperti reaksi di bawah. Cara ini banyak dibuat di Bulgaria.

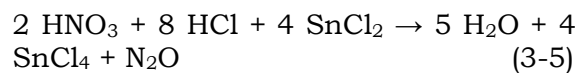


Tidak ada bahaya ledakan pada reaksi ini jika kecepatan pencampuran dikendalikan. Namun, seperti biasa, gas beracun seperti oksida nitrogen akan lebih banyak dibentuk. Kemudian nitrogen

oksida dapat diproduksi dalam jumlah besar sebagai produk samping dalam pembentukan asam adipat (Reimer R. A., et al., 1994). Selanjutnya Hydroxylammonium klorida dapat bereaksi dengan natrium nitrit untuk menghasilkan N₂O juga dengan reaksi.



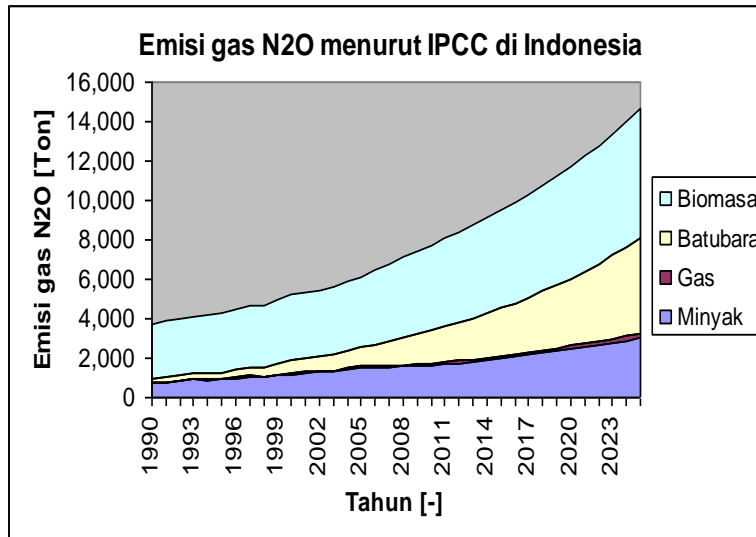
Gas N₂O dapat pula dibentuk dengan mereaksikan asam nitrat terhadap campuran SnCl₂ dan asam klorida dengan reaksi.



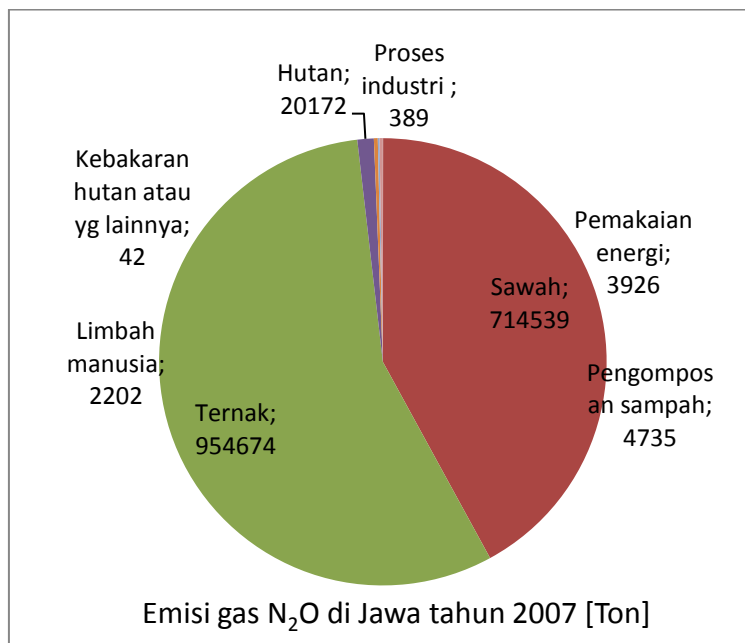
4 EMISI GAS N₂O

Emisi gas N₂O dari pemakaian energi di Indonesia dengan menggunakan data proyeksi pemakaian energi dari tahun 1990 hingga 2025 dari pengkajian energi Universitas Indonesia adalah cenderung naik seperti ditunjukkan Gambar 4-1. Pada gambar ini emisi gas N₂O tahun 2007 di Indonesia dari pemakaian energi kurang lebih 7000 ton, sedangkan pada Gambar 4-2 emisi N₂O dari pemakaian energi dari pulau Jawa pada tahun yang sama adalah 3926 ton, jadi sisanya 3074 ton dari pulau Sumatera, Kalimantan dan pulau lainnya.

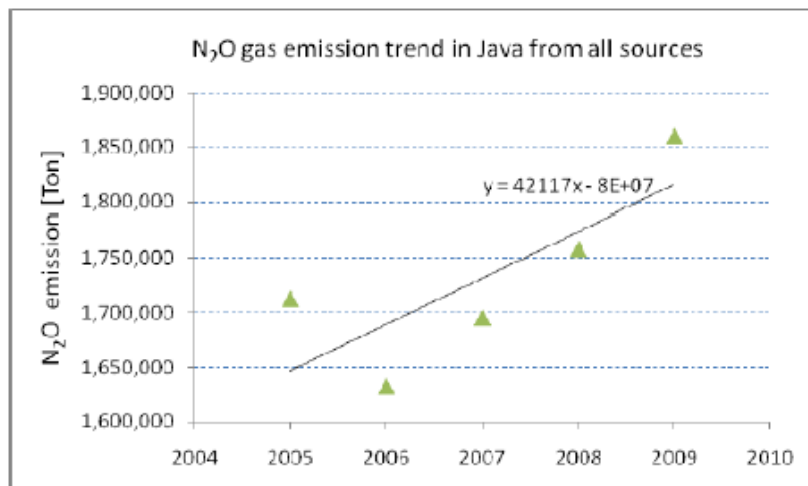
Kemudian masih pada Gambar 4-2, emisi gas N₂O di Pulau Jawa pada tahun 2007 yang terbesar adalah berasal dari ternak kemudian dari sawah, setelah itu dari hutan, bahkan emisi N₂O dari pengomposan sampah adalah lebih besar dari pemakaian energi. Kemudian kalau dilihat dari trend-nya emisi gas N₂O di pulau Jawa dari tahun 2005 hingga 2009 cenderung naik seperti diperlihatkan Gambar 4-3.



Gambar 4-1: Kecenderungan emisi N₂O dari pemakaian energi di Indonesia (Sumber: Hasil perhitungan penulis tahun 2011 tidak diterbitkan)



Gambar 4-2: Emisi gas N₂O di Jawa pada tahun 2007 (Sumber: Hasil perhitungan penulis tahun 2011 tidak diterbitkan)



Gambar 4-3: Kecenderungan emisi gas N₂O di Jawa dari semua sumber (Sumber : Toni S., et al, 2011)

5 KONSENTRASI GAS N₂O DI ATMOSFER

Gas N₂O mempunyai berbagai fungsi tetapi bila ada di atmosfer termasuk salah satu gas rumah kaca yang bisa menyebabkan pemanasan global, oleh karena itu diadakanlah konvensi protokol Kyoto yang menyatakan bahwa konsentrasi gas N₂O masing-masing negara saat ini harus dikembalikan ke kondisi pada tahun 1990 yakni sebesar 308 ppb, sedangkan gas N₂O (Nitrogen Oksida) global dari sebelum masa industri (tahun 1750) hingga tahun 1998 konsentrasinya mengalami peningkatan yang cukup signifikan yakni dari 270 ppb menjadi 314 ppb seperti ditunjukkan Tabel 5-1, oleh karena itu perlu diupayakan penurunan emisi gas N₂O.

Pada Gambar 5-1 diperlihatkan trend konsentrasi gas N₂O permukaan di Kototabang. Dari gambar ini bisa terlihat bahwa konsentrasi N₂O permukaan di Kototabang cenderung

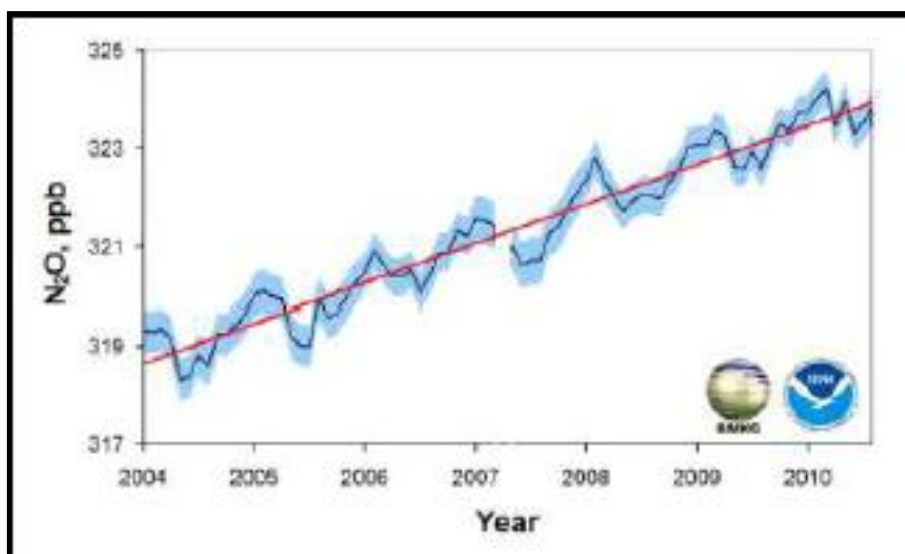
bertambah, dan jika melihat konsentrasi tahun 2011 konsentrasinya 17 ppb lebih besar dari konsentrasi global tahun 1990 artinya Indonesia pun harus mengurangi emisi N₂O.

Pengukuran gas N₂O bisa dilakukan dengan in situ atau *remote sensing* atau penginderaan jauh yaitu dengan sensor yang ditempatkan pada satelit. Misalnya untuk mengukur profil gas N₂O dengan sensor *Microwave Limb Sounders* (MLS) yang diangkut dengan Satelit Aura. Pengukuran dengan MLS ini dari tekanan 1000 hingga 1x 10⁻⁵ hPa, tetapi yang direkomendasikan untuk keperluan penelitian adalah data pada ketinggian 100 hingga 0.46 hPa (James Johnson, 2011).

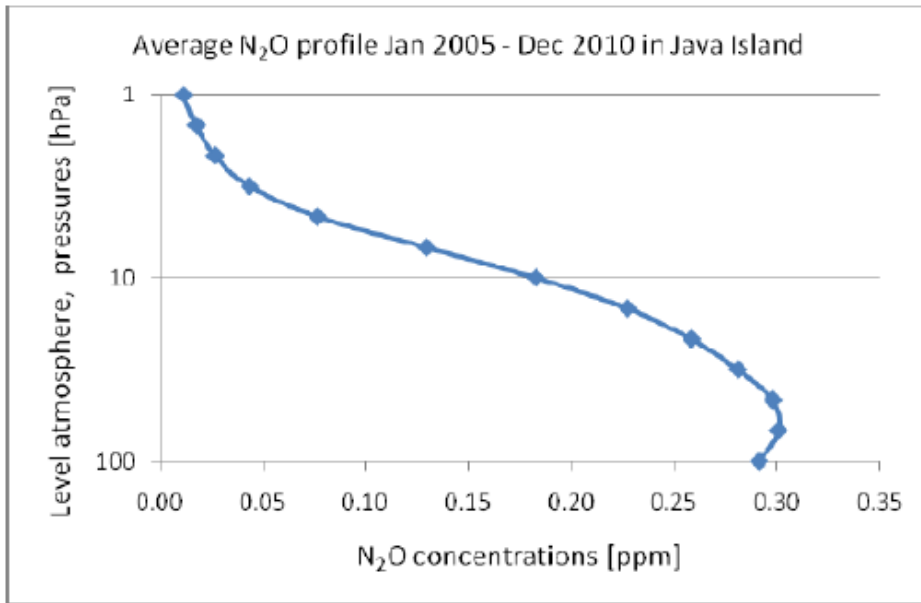
Sebagai hasil pengukuran untuk pulau Jawa diperlihatkan pada Gambar 5-2. Pada gambar ini terlihat bahwa Profil Gas N₂O dari tropopause menuju stratopause awalnya membesar kemudian mengecil kembali, dan mengalami puncaknya pada tekanan 68 hPa.

Tabel 5-1: PERUBAHAN KONSENTRASI GAS N₂O PERMUKAAN GLOBAL

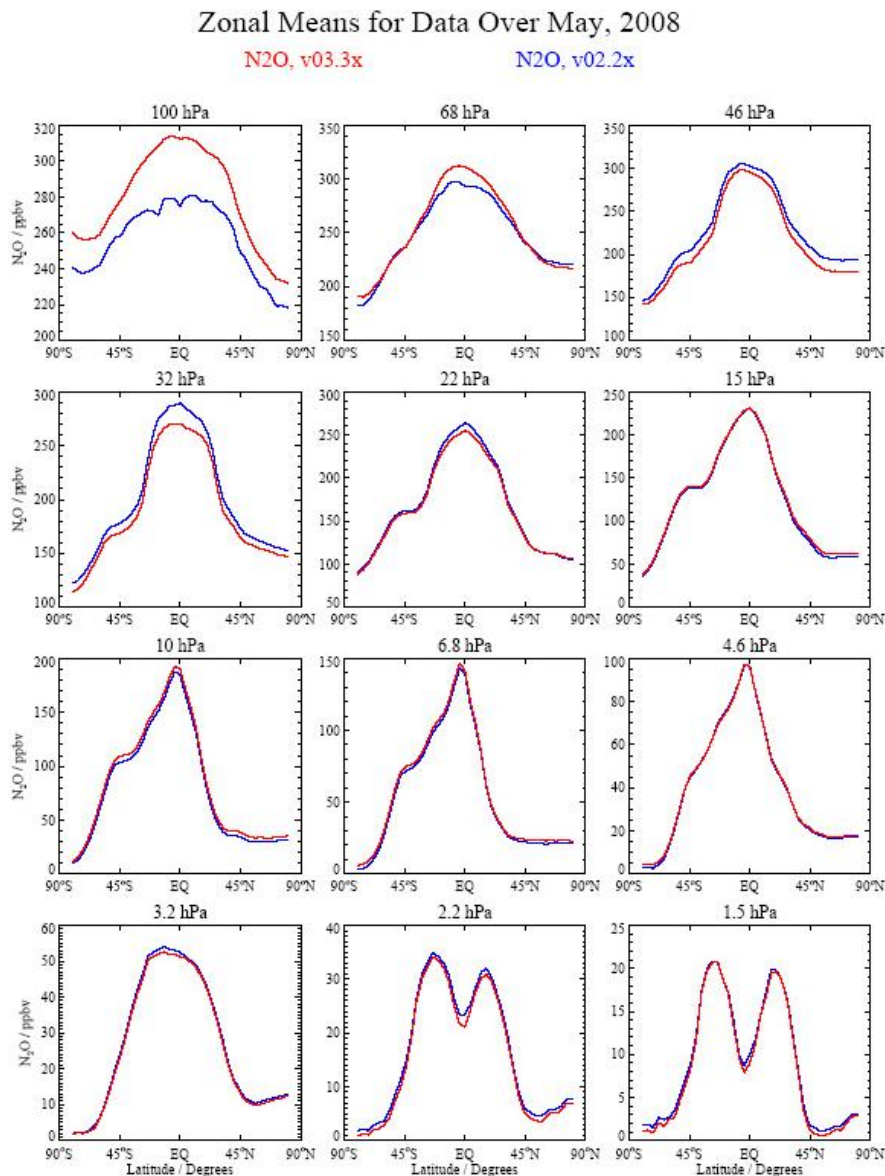
Gas	Konsentrasi global sebelum masa industri (1750)	Konsentrasi Global pada tahun 1998	Konsentrasi global th 1990 (dianggap sebagai nilai ambang batas)
Nitrous oxide	270 ppb	314 ppb	308 ppb



Gambar 5-1: Konsentrasi gas N₂O permukaan di Kototabang (Sumber: Herizal, 2010)



Gambar 5-2: Profil N₂O rata-rata stratosfer dari Januari 2005 hingga Desember 2010 di Pulau Jawa (Sumber : Toni S., et al, 2011)



Gambar 5-3: Penampang melintang konsentrasi gas N₂O dari mls versi 2.2 dan 3.3.

Pada Gambar 5-3 diperlihatkan penampang melintang konsentrasi gas N₂O terhadap lintang. Dari gambar ini umumnya konsentrasi N₂O dari belahan bumi selatan menuju utara mengalami maksimum di equator untuk beberapa ketinggian.

Untuk memastikan keakuratan data hasil pemantauan jarak jauh ini bisa dilakukan dengan perbandingan dengan pengukuran in situ. Sebagai contoh data profil N₂O stratosfer hasil sensor MLS yang ditumpangkan pada satelit Aura, bila dibandingkan dengan hasil pengukuran in situ FIRS-2, JPL MkIV dan SLS-2 mempunyai keakuratan 9-25 % (Lambert et al, 2007).

6 PENUTUP

Gas N₂O dalam kedokteran berfungsi sebagai anestesi (pembiusan) dan analgesik (pematirasaan), serta dapat digunakan untuk meningkatkan tenaga mesin pada kendaraan bermotor dan sebagai *oxidizer* dalam peroketan. Sedangkan keberadaannya di stratosfer bisa merusak ozon, bahkan dipandang sebagai gas rumah kaca di troposfer yang emisinya harus dikurangi. Dari dua dampak ini, langkah yang harus diambil adalah produksi tetap berjalan, akan tetapi bila memungkinkan emisi dari sawah dan ternak ditangkap untuk digunakan sebagaimana mestinya, sedangkan pemakaian bahan bakar tetap harus dilakukan penghematan.

DAFTAR RUJUKAN

Armant, 2011. *Nitrifikasi dan denitrifikasi* dalam <http://armant2u.blogspot.com/2011/06/nitrifikasi-dan-denitrifikasi.html>, download Juni 2011.

Detik health, 2012. *Gangguan disosiatif* dalam <http://health.detik.com/readpenyakit/231/gangguan-disosiatif>, download Desember 2012.

Harian Umum Pelita, 2012. *Aparat TNI AL Amankan 5,35 Ton bahan Baku*

dalam <http://www.pelita.or.id/baca.php?id=51170>, download Desember 2012.

- Heri, 2010. *Bakteri Aerob dan Anaerob* dalam <http://catatankuliah-heri.blogspot.com/2010/03/bakteri-aerob-dan-anaerob.html>, download Desember 2012.
- Herizal, 2010. *Global Atmospheric Watch Activities in Indonesia*, International Workshop of GAW programme in tropical region, BMKG, Jakarta, 6-7 October 2010.
- James Johnson, 2011. README Document including Data Quality and Description Document for the EOS Microwave Limb Sounder (MLS) Level-2 Version 3.3 Standard Atmospheric Products. GES DISC.
- Lambert et al, 2007. *Validation of the Aura Microwave Limb Sounder Middle Atmosphere Water Vapor and Nitrous Oxide Measurements*, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 112, D24S36, doi:10.1029/2007JD008724, 2007.
- Medicastore, 2012. *Amnesia Disosiatif* dalam http://medicastore.com/penyakit/3095/Amnesia_Disosiatif.html, download Desember 2012.
- Nahdhiyyah, 2012. *Diagnosis Dan Tatalaksana Kesadaran Menurun Pada Anak*, dalam <http://www.scribd.com/doc/62691055/Tugas-Pgd-Diagnosis-Dan-Tatalaksana-Kesadaran-Menurun-Pada-Anak>, download Desember 2012.
- Reimer R. A., Slaten C. S., Seapan M., Lower M. W., Tomlinson P. E., 1994. *Abatement of N₂O Emissions Produced in the Adipic Acid Industry*. Environmental progress 13 (2): 134–137. doi:10.1002/ep.670130217.
- Ricky, 2010. *Tentang N₂O (nitrous oxide)* dalam <http://ricky-dragspeed.blogspot.com/2010/03/tentang-n2o-nitrous-oxide.html>, download Desember 2012.

- Suera, S. 2008. *Apakah Autotroph dan Heterotroph itu?* dalam <http://blogmumetudang.blogspot.com/2008/04/apakah-autotroph-dan-heterotroph-itu.html>, download Desember 2012.
- Suwa T., Matsushima A., Suziki Y., Namina Y., Kohyo Kagaku Zasshi, 1961. *Synthesis of Nitrous Oxide by Oxidation of Ammonia*; Showa Denka Ltd.
- Toni S., Tiin S., Saipul H., Emmanuel A. and Mulyono, 2011. *Characteristics of N₂O Gas in the Stratosphere Over The Island of Java*, International Proceedings, ISBN:978-979-1458-52-8, International Symposium on the 10th Anniversary of Equatorial Atmosphere Radar (EAR) Jakarta, September 22-23, 2011, pp. 297- 309.
- Wikipedia, 2012. *Dinitrogen Oksida* dalam http://id.wikipedia.org/wiki/Dinitrogen_oksida, download Desember 2012.
- Wikipedia, 2013. *Nitrous Oxide* dalam http://en.wikipedia.org/wiki/Nitrous_oxide, download 2013.
- Wiwiek, S. 2012. *Kajian mengenai Gas Nitrous Oxide (N₂O) sebagai salah satu Gas Rumah Kaca Yang memiliki potensi Besar terhadap Pemanasan Global*, Review Agustus 2010, tidak diterbitkan.