

ANALISIS POLA KONSENTRASI METANA (CH₄) DAN CURAH HUJAN DI KOTOTABANG TAHUN 2004 – 2009

ANALYSIS OF THE PATTTERNS OF METHANE CONCENTRATION (CH₄) METHANE (CH₄) AND RAINFALL IN KOTOTABANG FROM 2004 TO 2009

Dwi Pujiastuti

Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika Universitas Andalas Padang

E-mail : Dwi_Pujiastuti@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk melihat pola konsentrasi gas metana (CH₄) yang merupakan salah satu gas rumah kaca dan kaitannya dengan pola curah hujan di wilayah Kototabang dari tahun 2004 – 2009. Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana kecenderungan pola konsentrasi CH₄ di wilayah Kototabang dan kaitannya dengan curah hujan di wilayah ini. Hasil penelitian menunjukkan adanya pola musiman tahunan konsentrasi metana yang ditunjukkan dengan adanya peningkatan dan penurunan konsentrasi metana. Pola musiman tahunan ini mengikuti pola Intertropical Convergence Zone (ITCZ). Konsentrasi CH₄ tahunan meningkat dari 1.810,01 ppb pada tahun 2004 menjadi 1.818,69 ppb pada tahun 2009. Peningkatan konsentrasi CH₄ dipengaruhi oleh peningkatan aktivitas pertanian dan kebakaran hutan yang terjadi di wilayah ini. Pola konsentrasi metana di Kototabang hampir sama dengan pola konsentrasi metana global. Terdapat perbedaan pola pada tahun 2005 dimana konsentrasi metana di Kototabang meningkat secara signifikan karena adanya kebakaran hutan di Sumatera sehingga produksi metana ke atmosfer meningkat. Hasil yang diperoleh juga menunjukkan adanya pengaruh curah hujan terhadap konsentrasi metana di atmosfer. Curah hujan yang tinggi menyebabkan penurunan konsentrasi metana di atmosfer karena reaksi yang terjadi antara metana dan peningkatan keberadaan radikal hidroksil (OH) akibat curah hujan di troposfer yang akan mengurangi konsentrasi metana.

Kata kunci: Atmosfer, curah hujan, metana, Kototabang, ITCZ

ABSTRACT

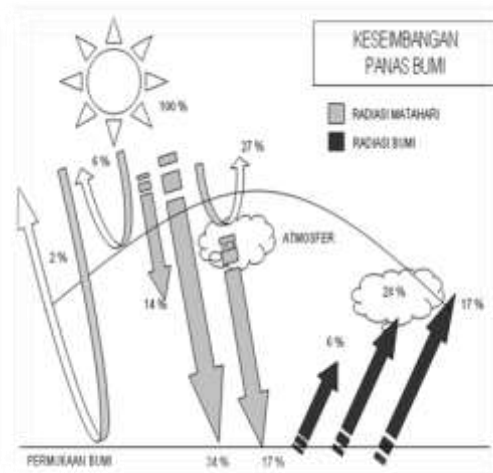
The research has been conducted to look at the pattern of methane (CH₄) concentration which is one of the greenhouse gases with precipitation patterns in the region Kototabang from 2004 to 2009. The research aims to see how the trendline of CH₄ concentration in Kototabang and its relation to precipitation in this region. The results showed the of annual seasonal pattern of methane concentration, indicated by the fluctuations methane concentration. The annual seasonal patterns follows the pattern of Intertropical Convergence Zone (ITCZ). The annual CH₄ concentration increases from 1.810,01 ppb in 2004 to 1.818,69 ppb in 2009. The condition was influenced by the increase in agricultural activity and forest fire. From the results it wa also obtained that concentration patterns of CH₄ at Kototabang is similar to the pattern of global CH₄ concentration. There are differences in the pattern of concentration in 2005 where the concentration of CH₄ significantly increased at Kototabang due to forrest fire in Sumatera region resulting in the increase of CH₄ production to the atmosphere. The results also indicate the influence of precipitation against the concentration of CH₄ in the atmosphere. High precipitation caused a decrease in the concentration CH₄ in the atmosfer due to reaction that occur between CH₄ and increase of hydroxyl radical (OH) due to pecipitaion in the troposfer that will reduce CH₄ concentration.

Keywords: Atmosphere, ITCZ, Kototabang, methane, precipitation

PENDAHULUAN

Peningkatan temperatur dan perubahan iklim mendapat perhatian serius karena mempunyai pengaruh pada sistem hidrologi di bumi, yang pada gilirannya berdampak pada struktur dan fungsi ekosistem alami dan kehidupan manusia. Dampak yang mudah terlihat adalah frekuensi dan skala banjir yang besar serta musim kering yang panjang, yang terjadi di banyak bagian dunia termasuk Indonesia. Salah satu penyebabnya adalah gas rumah kaca.

Radiasi matahari merupakan sumber utama untuk proses fisika atmosfer yang menentukan keadaan cuaca dan iklim. Dari siklus keseimbangan panas (Gambar 1) dapat dilihat bahwa inar matahari yang melewati atmosfer mengalami penghamburan dan penyerapan.



Gambar 1. Siklus Keseimbangan Panas di Bumi (Tjasyono, 2008)

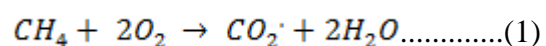
Sinar dihamburkan oleh molekul di atmosfer. Akibatnya sinar matahari yang ditangkap dengan cara ini hanya dua pertiganya saja yang meneruskan perjalanannya ke lapisan bawah (Neiburger, 1995) atmosfer. Sepertiga lagi dikirim kembali ke angkasa. Pemantulan oleh atmosfer terjadi karena adanya awan dan

partikel yang disebut aerosol oleh bumi tergantung pada luas permukaan bumi. Permukaan bumi yang dipanaskan oleh radiasi matahari akan memancarkan radiasi gelombang panjang (Salby, 1995). Tidak semua radiasi matahari yang tertangkap diserap oleh permukaan bumi. Gas rumah kaca adalah gas-gas yang dapat meneruskan radiasi gelombang pendek dari matahari, tetapi dapat menahan radiasi gelombang panjang sehingga panas yang berasal dari permukaan bumi tertahan sebagian dan menyebabkan suhu di permukaan bumi menjadi hangat.

Menurut konvensi PBB mengenai perubahan iklim (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*) ada 6 jenis gas yang digolongkan sebagai gas rumah kaca, yaitu: karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitro oksida, Sulfur heksaflorida (SF₆), perflorokarbon (PFC), hidroflorokarbon (HFC).

Dampak dari gas rumah kaca adalah efek rumah kaca. Efek rumah kaca bersifat global. Seluruh tempat di permukaan bumi merasakan dampak pemanasan akibat terperangkapnya panas yang tidak dapat dilepaskan ke luar angkasa sehingga temperatur di atmosfer meningkat (Enting, 1998).

Metana merupakan gas rumah kaca dan merupakan komponen utama gas alam selain etana, propana dan butana. Metana adalah sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana dengan dua molekul Oksigen akan melepaskan satu molekul CO₂ dan dua molekul air (Persamaan 1).



Metana merupakan gas rumah kaca dengan konsentrasi ke-dua setelah CO₂, Metana yang ada di bumi dapat dipancarkan dari berbagai kegiatan manusia meliputi produksi bahan bakar fosil, peternakan (fermentasi dalam pengelolaan ternak dan pupuk kandang), budidaya padi, pembakaran dan pengelolaan limbah. Tingkat emisi metana dapat bervariasi secara signifikan dari satu negara atau daerah ke daerah yang lain, tergantung pada banyak faktor seperti iklim, karakteristik produksi industri dan pertanian, jenis energi dan penggunaannya serta pengelolaan sampah. Sejak awal revolusi industri pada pertengahan 1700-an, jumlah metana di atmosfer telah meningkat satu setengah kali lipat akibat peningkatan kegiatan dalam bidang industri (Dlugokencky dkk, 2003). Laju emisi metana ke atmosfer lebih cepat dibandingkan laju emisi ke-lima gas rumah kaca lainnya seperti gas karbon dioksida, nitrous oksida, hidrofleurkarbon, perflourokarbon, dan sulfur heksaflourida. Emisi gas ini akan terus meningkat dari tahun 2000 sampai 2050 (Nakicenovic, dkk. 2000). Akan tetapi pada periode tahun 1988 sampai 2002 konsentrasi metana cenderung turun (Dlugokencky dkk, 2003). Ketidaksinambungan hasil penelitian ini salah satunya disebabkan oleh adanya reaksi antara gas metana dengan radikal hidroksil (OH) di udara.

Penurunan konsentrasi metana di atmosfer dapat berkurang karena adanya proses fotokimia yang terjadi antara metana dengan radikal hidroksil (OH). Radikal OH merupakan senyawa pengoksidasi terbesar di trsoposfer. Radikal OH sendiri berasal dari rangkaian reaksi yang melibatkan fotolisis ozon (O₃). Jumlah radikal (OH) di troposfer salah satunya berkaitan dengan

bertambah atau berkurangnya kandungan uap air yang ada di troposfer.

Dalam penelitian ini dianalisis bagaimana kecenderungan pola konsentrasi metana di *Global Atmosphere Watch* (GAW) Bukit Kototabang tahun 2004 - 2009. Selanjutnya pola konsentrasi ini dihubungkan dengan pola curah hujan dalam periode yang sama untuk melihat sejauh mana korelasi antara gas metana terhadap curah hujan di wilayah ini. Diharapkan hasil yang diperoleh relatif alami karena GAW Kototabang merupakan daerah pengamatan yang terletak pada lokasi yang jauh dari pemukiman dan aktivitas manusia yang berlebihan.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan data konsentrasi Metana dan curah hujan tahun 2004 – 2009 di daerah Bukit Kototabang.

Pengukuran konsentrasi Metana dilakukan dilakukan di *Global Atmosphere Watch* (GAW) *Station* Bukit Kototabang yang merupakan salah satu pengamat referensi udara bersih dari 26 stasiun pemantauan udara bersih yang ada di dunia saat ini. Setiap stasiun mewakili berbagai variasi iklim dan kondisi topografi yang ada di bumi. Stasiun GAW Kototabang merupakan stasiun pengamatan yang mewakili wilayah beriklim tropis yang berada pada daerah khatulistiwa. Stasiun ini terletak pada lokasi yang jauh dari pemukiman dan aktivitas manusia agar udara yang diukur benar-benar alami sehingga dapat dijadikan referensi udara bersih baik dalam lingkup nasional maupun internasional.

Data Konsentrasi Metana

Data konsentrasi metana diambil dengan Instrumen rasi *Airkit Flask Sampler* (Gambar 2). Data diambil pada hari Selasa jam 14.00 WIB dengan menggunakan Inlet dari *Airkit Flask Sampler* yang diletakan pada menara dengan ketinggian 35 m, agar metana dari sampel udara yang diambil tidak terpengaruh langsung dari tanaman dan manusia. Selanjutnya sampel udara kering dengan tekanan sekitar 3 psig dikirim ke laboratorium CDML (*Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory*) NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) untuk diketahui konsentrasi gas rumah kaca yang ada di dalamnya. Hasil dari pembacaan NOAA dikirim lagi ke GAW. Dalam penelitian data yang digunakan adalah data bulanan.

Data bulanan konsentrasi metana dari tahun 2004 sampai 2009 diplot dalam grafik untuk melihat kecenderungan konsentrasi metana dalam periode tersebut.

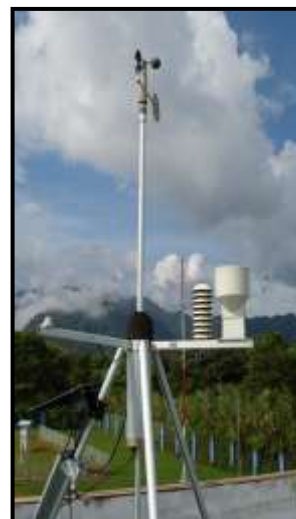
Data Curah Hujan

Data cuaca diambil dengan menggunakan instrumen *Automatic Weather Station (AWS)*, seperti dapat dilihat pada Gambar 3. Pada alat ini terdapat beberapa sensor yang dapat memantau parameter fisis atmosfer diantaranya suhu, udara, tekanan udara, kelembaban udara, radiasi matahari, curah hujan, kecepatan dan arah angin.



Gambar 2. Instrumen *Airkit Flask Sampler*

Data yang dihasilkan berupa data yang terdiri dari tekanan, suhu, curah hujan, solar radiasi, temperatur, arah angin dan kecepatan angin setiap satu menit selama 24 jam. Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data curah hujan bulanan yang diambil setiap hari Selasa. Kemudian data curah hujan dirata-ratakan tiap bulan dan diplot pada grafik x-y untuk mendapatkan grafik bulanan curah hujan terhadap waktu. Data curah hujan diplot pada grafik x-y dari data bulanan curah hujan dengan waktu.



Gambar 3. Instrumen *Automatic Weather Station (AWS)*

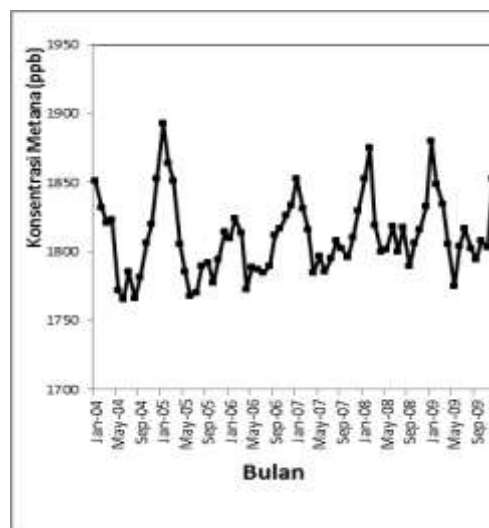
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecenderungan Konsentrasi Bulanan Metana Bukit Kototabang tahun 2004 – 2009

Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi metana atmosferik di Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) dengan alat *Airkit Sampler* dari tahun 2004-2009.

Dari Gambar 4 terlihat adanya pola musiman konsentrasi metana yang identik, yaitu terjadinya konsentrasi tinggi pada bulan yang berdekatan setiap tahun. Konsentrasi tertinggi metana pada tahun 2004 terjadi di bulan Januari, yaitu sebesar 1.851,2 ppb. Nilai konsentrasi tertinggi metana pada tahun 2005 juga terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 1.893 ppb. Nilai ini naik dari tahun sebelumnya. Namun terjadi penurunan konsentrasi metana pada bulan Januari 2006 jika dibandingkan dengan data konsentrasi metana setahun sebelumnya. Nilai ini juga bukan merupakan nilai konsentrasi tertinggi metana di tahun 2006. Konsentrasi tertinggi metana di tahun 2006 justru terjadi di bulan Desember dengan nilai 1.823,9 ppb. Konsentrasi tertinggi metana naik kembali pada bulan Januari 2007 yaitu sebesar 1.852,6 ppb. Sementara bulan Februari 2008 menjadi waktu konsentrasi tertinggi pada tahun ini dengan nilai konsentrasi metana sebesar 1.875,2 ppb. Pada tahun 2009, konsentrasi tertinggi metana kembali terjadi di bulan Januari dengan nilai 1.879,6 ppb.

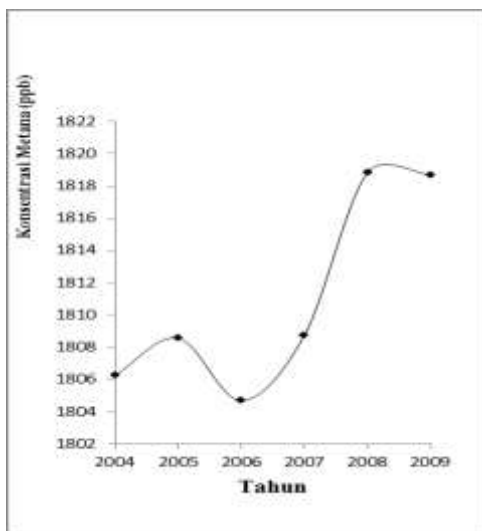
Konsentrasi metana terendah tahun 2004 terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 1.766,3 ppb. Bulan Juni 2005 memiliki konsentrasi metana terendah yaitu sebesar 1.767,9 ppb. Konsentrasi terendah pada tahun 2006 terjadi di bulan April, yaitu sebesar 1.772,2 ppb. Nilai ini meningkat menjadi 1.784,5 ppb di bulan April 2007, namun merupakan konsentrasi metana terendah di tahun ini. Bulan September 2008 memiliki nilai konsentrasi terendah sebesar 1.789,1 ppb. Sementara pada tahun 2009, konsentrasi terendah terjadi pada bulan Mei yaitu sebesar 1.775,1 ppb.



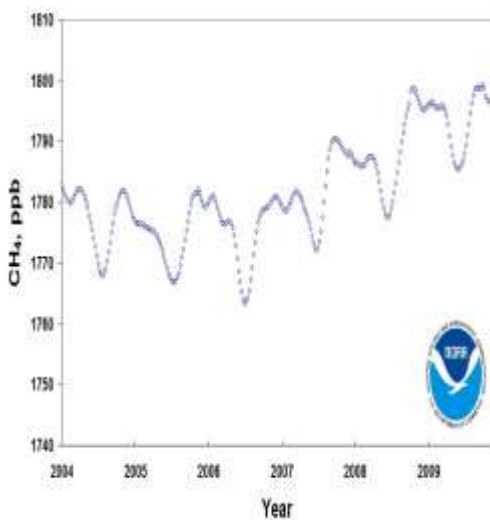
Gambar 4. Konsentrasi Metana Bulanan Atmosfer di Bukit Kototabang Tahun 2004 – 2009

Peningkatan dan penurunan konsentrasi metana dapat dilihat dari pola pergerakan matahari. Melihat pola pergerakan matahari dapat dilakukan dengan mengikuti pola *Intertropical Convergence Zone* (ITCZ). Karena pergerakan ITCZ searah dengan pergerakan matahari. Pada bulan Januari, ITCZ melintasi wilayah Sumatera pada posisi 5° di selatan garis ekuator atau berada di sebelah selatan dari Bukit Kototabang. Pada posisi ini, pola pergerakan matahari yang mengikuti pola ITCZ bergerak dari selatan ke utara. Sedangkan aliran massa udara berasal dari utara dan bergerak ke selatan. Massa udara yang berasal dari utara (yang sebagian besar wilayahnya merupakan wilayah negara-negara industri) membawa awan yang relatif lebih kotor karena daerah daratannya memiliki industri dan pertambangan yang lebih banyak. Peningkatan ini terlihat pada periode Desember – Januari – Februari. Posisi matahari terus bergerak sehingga tepat berada di ekuator pada bulan Maret terus bergerak ke utara sampai pada posisi paling

utara yaitu 23.5 LU pada bulan Juni. Pada Bulan Juli – Agustus matahari bergerak dari utara ke selatan berlawanan dengan arah aliran massa udara yang melewati Bukit Kototabang yaitu dari selatan ke utara dengan udara yang berasal dari Samudera Hindia yang membawa uap air yang relatif bersih. Posisi matahari mencapai ekuator kembali pada bulan September dan terus bergerak ke selatan dan mencapai posisi paling selatan pada bulan Desember di 23,5 LS.



Gambar 5. Konsentrasi Metana Rata-rata Tahunan di Bukit Kototabang Tahun 2005–2009

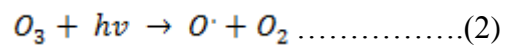


Gambar 6. Konsentrasi Metana Global (NOAA, 2010)

Jika konsentrasi metana rata-rata tahunan di Bukit Kototabang (Gambar 5) dibandingkan dengan konsentrasi global yang dibandingkan dengan konsentrasi metana global yang diperoleh dari NOAA (Gambar 6), terlihat pola yang hampir sama setiap tahunnya. Akan tetapi konsentrasi metana global tertinggi selama tahun 2004 – 2009 terjadi pada tahun 2008 dan terendah pada tahun 2006. Sedangkan konsentrasi metana tertinggi di Bukit Kototabang pada tahun 2004 – 2009 terjadi pada tahun 2005 dan terendah pada tahun 2006.

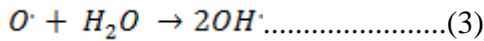
Hubungan Konsentrasi Metana dengan Curah Hujan di Bukit Kototabang Tahun 2004-2009

Penurunan konsentrasi metana di atmosfer dapat berkurang karena adanya proses fotokimia yang terjadi antara metana dengan radikal hidroksil (OH) (NOAA, 2010). Radikal OH merupakan senyawa pengoksidasi terbesar di troposfer. Meskipun senyawa ini tidak bereaksi dengan sebagian besar senyawa utama yang ada di atmosfer, tapi radikal OH bereaksi dengan senyawa-senyawa dengan konsentrasi kecil di troposfer seperti metana. Radikal OH sendiri berasal dari rangkaian reaksi yang melibatkan fotolisis ozon (O₃).

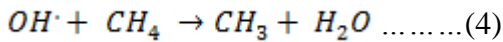


O merupakan atom Oksigen yang tereksitasi dimana sebagian besar atom ini akan kembali ke keadaan dasarnya sebagai atom O yang tidak tereksitasi dengan memancarkan energinya, dan sebagian kecil tetap berada pada bentuk ini. Atom O yang tetap dalam keadaan tereksitasi ini kemudian akan bereaksi dengan uap air

(H₂O) yang berada di troposfer sehingga membentuk 2 radikal OH.



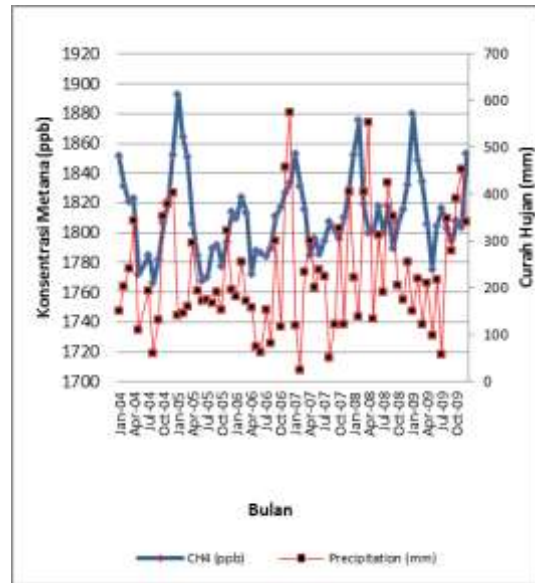
Radikal OH yang terbentuk inilah yang kemudian bereaksi dengan metana di troposfer.



Reaksi yang terjadi di troposfer ini akan mengurangi jumlah metana yang ada di troposfer. Jumlah radikal OH sendiri dipengaruhi oleh radiasi ultraviolet, jumlah uap air (H₂O), dan konsentrasi ozon (O₃) troposferik. Peningkatan intensitas radiasi ultraviolet di troposfer, tingginya kandungan uap air karena jumlah penguapan yang tinggi, serta meningkatnya konsentrasi ozon atmosferik berdampak pada meningkatnya jumlah radikal OH yang dihasilkan yang nantinya akan bereaksi dengan metana sehingga konsentrasinya di atmosfer akan menurun.

Wilayah Indonesia yang sebagian besar merupakan perairan berpotensi untuk menyumbangkan uap air yang berasal dari penguapan air laut dan sungai, yang mengarah pada pembentukan radikal OH memicu penurunan konsentrasi metana yang juga dipengaruhi oleh curah hujan. Hal ini terlihat dari Gambar 7 pada setiap bulan April mulai dari tahun 2004 – 2009. Curah Hujan yang tinggi dan konsentrasi metana yang rendah.

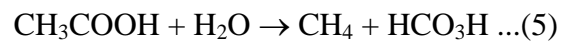
Curah hujan yang rendah pada bulan Januari-Februari-Maret memicu terciptanya titik-titik api yang menyebabkan kebakaran hutan dan berdampak kepada peningkatan CO yang dapat memicu meningkatnya konsentrasi metana di atmosfer. Hal ini terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pola Hubungan Konsentrasi Metana dengan Curah Hujan di Bukit Kototabang Pada Tahun 2004 – 2009

Peningkatan konsentrasi metana dapat juga disebabkan oleh aktivitas pertanian (Supriati, 2006). Produksi metana berkaitan erat dengan aktivitas mikroba yaitu aktivitas metanogenik yang berlangsung pada ekosistem anaerob, sedangkan oksidasi metana dilakukan oleh metanotrof aerob.

Adanya reaksi reaksi antara metanogen yang terjadi pada musim panen (Persamaan 5) menghasilkan gas CO₂ dan metana.



Pertanian di Indonesia dilakukan sesuai dengan musim hujan sehingga dari Gambar 6 terlihat selama pengukuran mulai dari bulan Mei sampai bulan Desember terjadi pola yang sama setiap tahunnya antara curah hujan dengan konsentrasi metana. Karena rata-rata penduduk daerah Kototabang adalah petani, sehingga radikal OH yang dihasilkan selama musim hujan tidak berpengaruh banyak dalam menurunkan konsentrasi metana karena

pertanian justru menghasilkan metana seperti yang terlihat pada Gambar 6.

Konsentrasi Tahunan Metana di Kototabang 2004 - 2009

Dari Gambar 4 terlihat bahwa terjadi kecenderungan kenaikan konsentrasi metana dari tahun 2004 – 2009 di Kototabang. Terjadinya peningkatan konsentrasi metana yang signifikan pada tahun 2005 dibandingkan dengan tahun 2004 dan 2006 disebabkan terjadinya kebakaran hutan di wilayah Sumatera. Kebakaran hutan meningkatkan emisi gas rumah kaca.

Pada tahun 2007 dan 2008 terjadi peningkatan konsentrasi metana secara kontinu. Peningkatan pada tahun 2007 dan 2008 ini dikarenakan pembukaan lahan gambut untuk perkebunan. Lahan gambut adalah penyerap emisi gas rumah kaca yang sangat penting. Jika lahan gambut dibuka apalagi dibakar, akan terjadi peningkatan emisi gas rumah kaca ke atmosfer.

Peningkatan konsentrasi metana di tahun 2007-2009 masih harus diteliti lebih lanjut untuk mengetahui apakah peningkatan ini merupakan perubahan fluktuatif atau mengindikasikan bahwa konsentrasi metana akan terus meningkat.

SIMPULAN

Konsentrasi metana di Bukit Kototabang mengikuti pola musiman yang dipengaruhi pola pergerakan matahari (ITCZ) dan cenderung mengalami peningkatan dari 1.852,2 ppb pada tahun 2004 mencapai 1.852,6 ppb pada tahun 2009.

Curah hujan yang tinggi akan mengurangi konsentrasi metana akibat bereaksinya radikal hidroksil OH dengan metana di

troposfer. Peningkatan kandungan uap air karena jumlah penguapan yang tinggi berdampak pada meningkatnya jumlah radikal OH yang dihasilkan yang nantinya akan bereaksi dengan metana sehingga konsentrasinya di atmosfer akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Dlugokencky, E., J.,S,Houwelling, L. Bruhwiler, K.A.Masarie,P.M. Lang, J.B. Miller, and P.P Trans. 2003 *Atmospheric Methane Levels Off: Temporary Pause Or A New Steady State?. Geophys. Res. Lett (19)*.
- Enting, I.G. 1998. *Attribution of Greenhouse Gas Emissions, Concentrations and Radiative Forcing*. CSIRO Atmospheric Research Technical Paper No. 38.
- Jacob, D.J. 1999. *Introduction to Atmospheric Chemistry*. Princeton University Press, Princeton New Jersey.
- Nakicenovic, N., O. Davidson, A. Grubler, T. Kram, EL. La Rovere, B. Metz, T. Monita, W. Papper, H. Pitcher, A. Sankovski, P. Shukla, R. Swart, R. Watson, Z. Dadi. 2000. *IPCC Special Report on Emission Scenario*. Cambridge Univ. Press. New York
- Neiburger, M., Edinger, James G., Bonner, William D. 1995. *Memahami Lingkungan Atmosfer Kita*, edisi kedua, terjemahan Ardina Purbo. ITB, Bandung.
- Salby, M.L. 1995. *Fundamentals of Atmospheric Physics*. Academic Press, University of Colorado.
- Supriati, 2006. *Fluks Metana dan Karakteristik Tanah pada Beberapa Macam Sistem budidaya*, Jurnal IPB 181 -187
- Tjasyono, B. 2008. *Sains Atmosfer*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan

Meteorology dan Geofisika,
Jakarta.(<http://en.NOAA.com/Methane>
in atmosphere, diakses 16 Agustus
2010)