

PENGUKURAN GAS RUMAH KACA DENGAN GAS CHROMATOGRAPHY (GC) DAN INFRARED GAS ANALYZER (IrGA)

Titi Sopiawati dan Terry Ayu Adriany

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN)

Jl. Raya Jakenan-Jaken Km 05 Kotak Pos 5 Jakenan-Pati 59182 Telepon/faximili (0295) 381592
website : www.balingtan.litbang.deptan.go.id, email : balingtan@yahoo.com

PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) adalah terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari (inframerah atau gelombang panas) yang dipancarkan oleh bumi akibat tingginya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, sehingga tidak dapat lepas ke angkasa dan mengakibatkan suhu permukaan bumi meningkat. Gas rumah kaca adalah gas-gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca. Gas-gas rumah kaca yang paling berkontribusi terhadap gejala pemanasan global adalah Karbon Dioksida (CO₂), Metana (CH₄), Dinitro Oksida (N₂O), Perfluorkarbon (PFC), Hidrofluorkarbon (HFC), dan Sulfurheksfluorida (SF₆) (Kumar & Nain, 2010). Gas-gas tersebut sebenarnya muncul secara alami di lingkungan dan juga dapat timbul akibat aktivitas manusia.

Lahan pertanian berpotensi menghasilkan gas rumah kaca, yang terdiri dari tiga macam gas yaitu CO₂, CH₄, dan N₂O. Gas tersebut dianggap sebagai lapisan gas yang berperan sebagai perangkap gelombang panas penyumbang pemanasan global yang berujung pada perubahan iklim dengan konsentrasi di atmosfer yang terus meningkat (IPCC, 2001). Berbagai kegiatan pertanian, seperti pengolahan tanah, pengairan dan pemupukan merupakan kegiatan manusia yang menyebabkan meningkatnya emisi gas rumah kaca.

Pengukuran gas rumah kaca di lahan pertanian sangat penting dilakukan untuk mengetahui besarnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari areal lahan pertanian tersebut. Pengukuran gas rumah kaca dapat dilakukan dengan menggunakan alat kromatografi gas (GC) dan *infrared gas analyzer* (IrGA). Kromatografi gas merupakan alat analitik yang umum digunakan dalam analisis kromatografi kimia untuk memisahkan dan menganalisis senyawa yang dapat menguap tanpa terdekomposisi. Sedangkan *infrared gas analyzer* adalah alat yang menggunakan pancaran cahaya inframerah untuk menganalisa beberapa jenis gas yang terkandung dalam sampel gas seperti CO, CO₂ dan CH₄.

Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (BALINGTAN) memiliki tugas pokok dan fungsi dalam penanggulangan pencemaran lingkungan pertanian serta emisi dan absorpsi gas rumah kaca di lahan pertanian. BALINGTAN memiliki Laboratorium Gas Rumah Kaca yang

dilengkapi dengan fasilitas dan alat untuk mengukur gas rumah kaca, seperti GC dan IrGA. GC yang digunakan dalam analisa gas rumah kaca seperti CO₂, CH₄ dan N₂O di Laboratorium GRK BALINGTAN adalah *Shimadzu 8A* untuk menganalisa gas CH₄, *Shimadzu 14A* untuk menganalisa gas N₂O, CO₂, dan CH₄, *Green House Gas (GHG) Varian 450* untuk menganalisa gas N₂O, CO₂, dan CH₄ secara simultan dan *Portable Micro GC CP 4900* untuk menganalisa CO₂ dan CH₄. *Infrared Gas Analyzer (IrGA) Aeroqual AQM60* yang digunakan untuk menganalisa gas CO₂ dan CH₄.

JENIS DETEKTOR

Detektor adalah bagian terpenting dari kromatografi yang merupakan suatu sensor elektronik dan berfungsi mengubah sinyal gas pembawa serta komponen-komponen di dalamnya menjadi sinyal elektronik. Sinyal elektronik detektor akan sangat berguna untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif terhadap komponen-komponen yang terpisah. Secara umum, detektor pada kromatografi gas termasuk detektor diferensial, dalam arti respons yang keluar dari detektor memberikan relasi yang linier dengan kadar atau laju aliran massa komponen yang teresolusi. Kromatogram yang merupakan hasil pemisahan fisik komponen-komponen oleh GC disajikan oleh detektor sebagai deretan luas puncak terhadap waktu (Anonim, 2010).

BALINGTAN memiliki Laboratorium GRK yang dilengkapi dengan beberapa unit GC. Terdapat tiga jenis detektor yang digunakan pada GC tersebut yaitu:

1. *Flame ionization detector* (FID) untuk analisis gas CH₄

FID terdiri dari hidrogen atau *air flame* dan *collector plate*, sampel yang keluar dari *column* dilewatkan ke *flame* yang akan menguraikan molekul organik dan menghasilkan ion-ion. Ion-ion tersebut dihimpun pada *biased electrode (collector plate)* dan menghasilkan sinyal elektrik. Sinyal elektrik tersebut akan diinterpretasikan kedalam bentuk *peak*.

2. *Electron capture detector* (ECD) untuk analisis gas N₂O

ECD menggunakan radioaktif beta emitter (elektron) untuk mengionisasi sebagian gas (*carrier gas*) dan menghasilkan arus antara *biased pair of electron*, ketika molekul organik yang mengandung *electronegative functional groups* seperti halogen, phosphorous dan nitro melewati detektor, mereka akan menangkap sebagian elektron sehingga mengurangi arus yang diukur antara elektroda. ECD sangat sensitif terhadap senyawa organologam, nitril atau senyawa nitrogen serta golongan halogen.

3. *Thermal conductivity detector* (TCD) untuk analisis CO₂

TCD terdiri dari *electrically-heated wire* atau *thermistor*. Temperatur *sensing element* bergantung pada *thermal conductivity* dari gas yang mengalir disekitarnya. Perubahan *thermal conductivity* seperti ketika adanya molekul organik dalam sampel yang dibawa *carrier gas*, menyebabkan kenaikan temperatur pada *sensing element* yang diukur sebagai perubahan resistansi (Anonim, 2008).

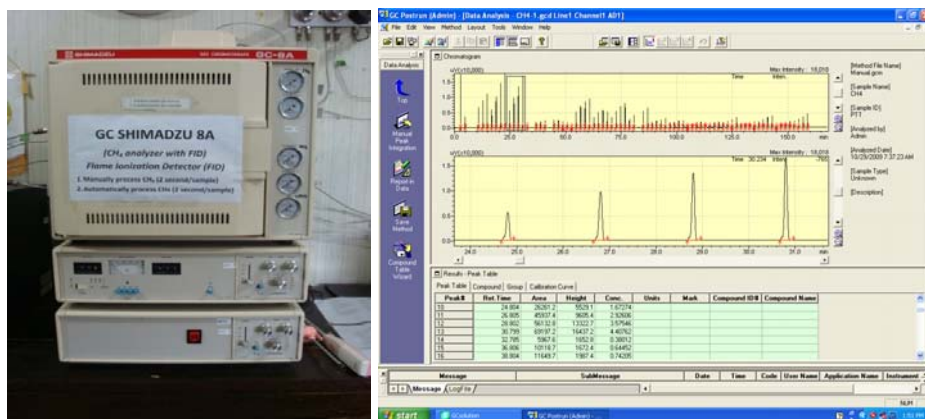
KROMATOGRAFI GAS

Kromatografi merupakan suatu istilah yang menggambarkan teknik yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dari suatu campuran atau sampel. Secara umum, peralatan GC terdiri dari *injection system*, *oven*, *control system*, *column*, *detector*; dan *data acquisition system* (Anonim, 2008). Menurut Widada (2000) terdapat tiga bagian terpenting dari alat kromatografi gas yaitu gerbang injeksi (*injection port*), kolom pemanas (*oven column*), dan detektor (*detector*). Pada tiga bagian tersebut pengaturan suhu mempunyai peran yang penting dalam proses analisis. GC menggunakan *carrier gas* (gas pembawa) UHP (*Ultra High Purity* 99,999 %).

Laboratorium Gas Rumah Kaca Balingtan memiliki empat unit GC yaitu :

1. Shimadzu 8A

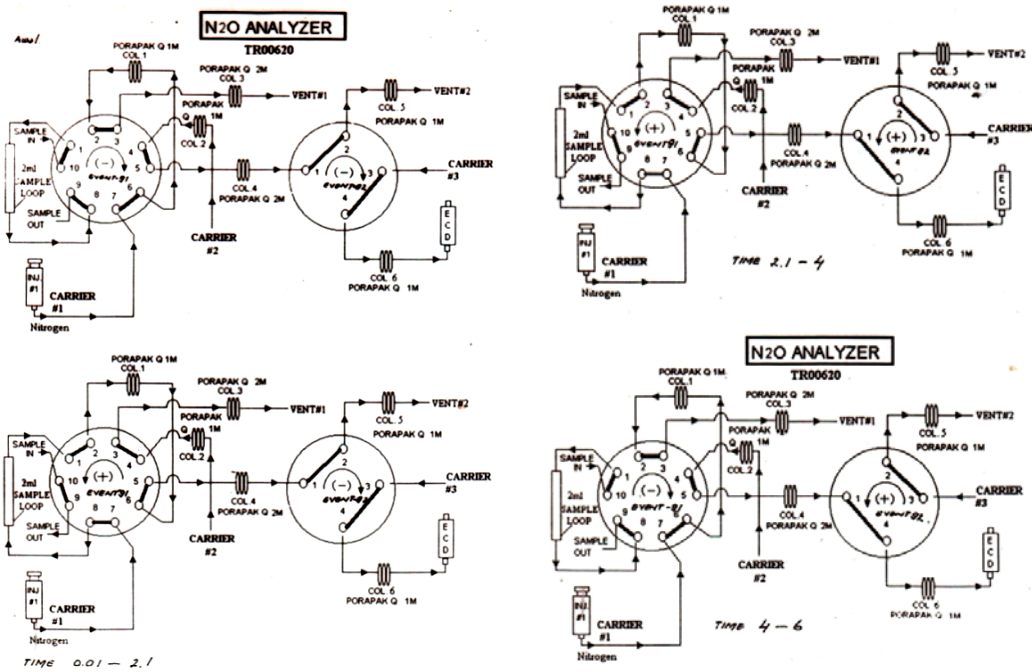
GC Shimadzu 8A digunakan untuk menganalisa gas CH₄, menggunakan *Flame ionization detector* (FID) dan jenis kolum berupa *capillary column* yang terbuat dari *stainless steel* dengan ukuran 6m x 2mm. *Carrier gas* yang digunakan adalah N₂ (Nitrogen), H₂ (Helium) dan udara tekan. Waktu yang dibutuhkan untuk analisis satu sampel adalah 2 menit dengan volume sampel sebanyak 3 ml. Hasil analisa berupa *peak* yang diinterpretasikan dalam bentuk area (tanpa satuan) dan konsentrasi (ppm).



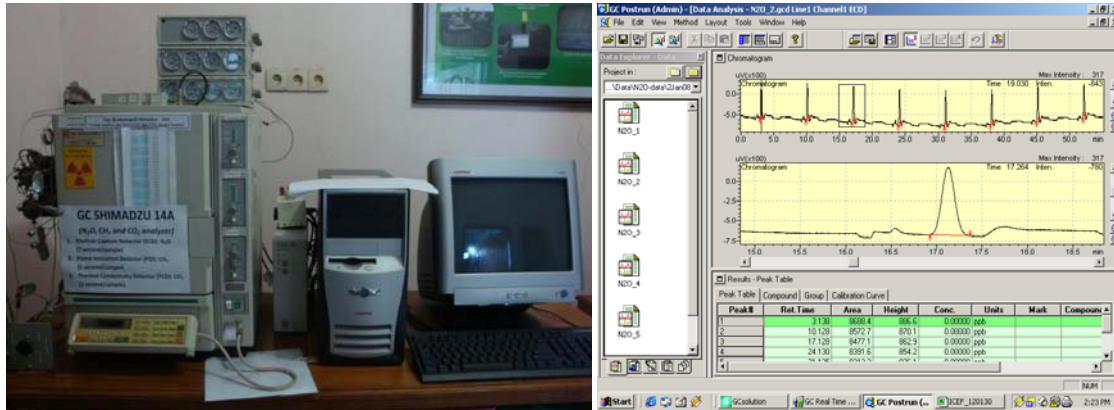
Gambar 1. GC Shimadzu 8A dan contoh hasil analisis gas CH₄

2. Shimadzu 14A

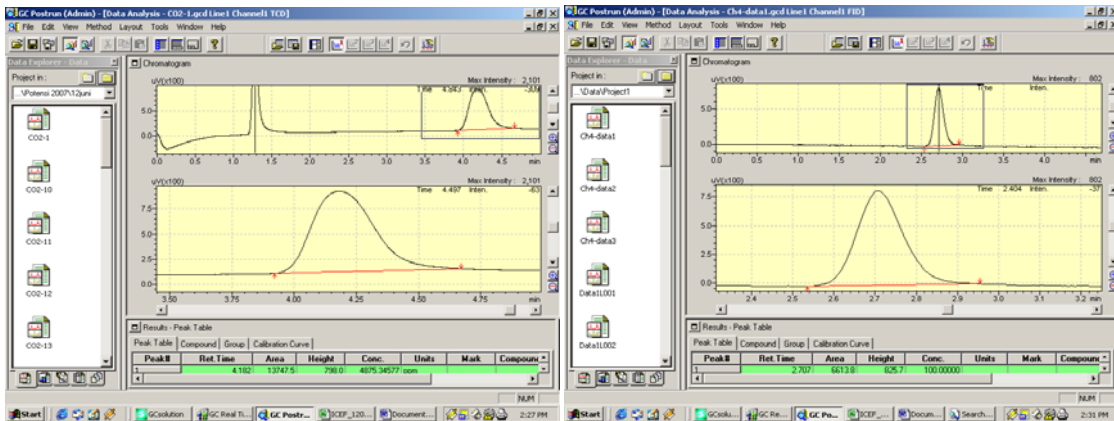
GC Shimadzu 14A dilengkapi tiga detector yaitu *Flame ionization detector* (FID) untuk analisis gas CH_4 , *Electron capture detector* (ECD) untuk analisis gas N_2O dan *Thermal conductivity detector* (TCD) untuk analisis CO_2 . Selain dilengkapi 3 jenis detektor GC juga dilengkapi dengan tiga kolom (*capillary column*) yang terbuat dari *stainless steel*. Kolom untuk analisis gas N_2O lebih kompleks dibandingkan dengan detektor yang lain (Gambar 2). *Carrier gas* yang digunakan untuk ECD dan TCD adalah N_2 , sedangkan untuk FID adalah N_2 , H_2 dan udara tekan. Walaupun memiliki tiga jenis detektor tetapi sistem kerjanya terpisah, sehingga analisis gas tidak bisa dilakukan secara bersamaan. Waktu yang dibutuhkan untuk analisis satu sampel dibutuhkan waktu yang berbeda-beda. Waktu yang dibutuhkan untuk analisis CH_4 selama 5 menit, analisis N_2O selama 7 menit dan analisis CO_2 selama 5 menit dengan volume sampel sebanyak 2 ml. Hasil analisa berupa *peak* yang diinterpretasikan dalam bentuk area atau luasan (tanpa satuan) dan konsentrasi (ppm/ppb).



Gambar 2. Proses dan alur analisis gas N_2O dalam kolom pada GC 14A



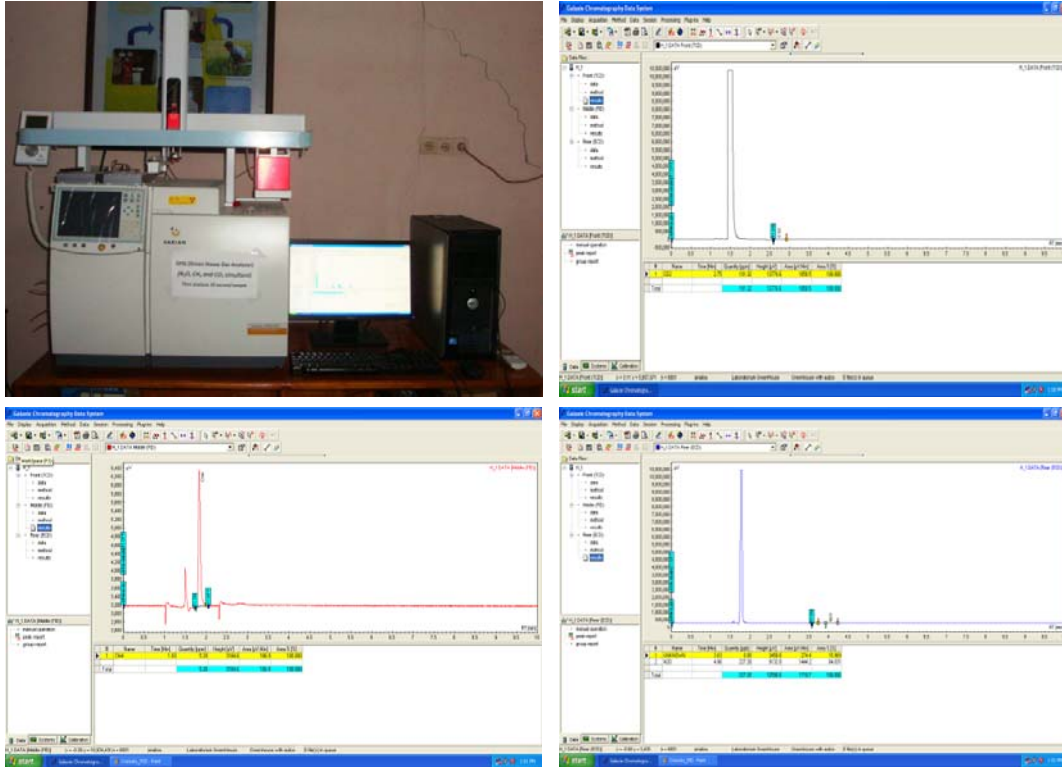
Gambar 3. GC Shimadzu 14 A dan contoh hasil analisis gas N₂O



Gambar 4. Contoh hasil analisa gas CO₂ dan CH₄

3. Green House Gas (GHG) Varian 450

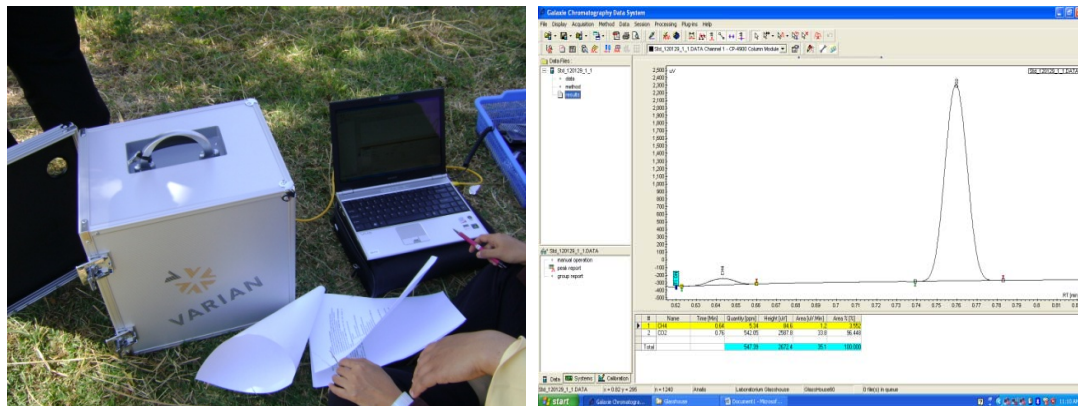
GHG Varian 450 dilengkapi dengan tiga jenis detektor yaitu *Flame ionization detector* (FID) untuk analisis gas CH₄, *Electron capture detector* (ECD) untuk analisis gas N₂O dan *Thermal conductivity detector* (TCD) untuk analisis CO₂. GHG dilengkapi *Varian PAL Autosampler* yang berfungsi untuk *auto injection*. *Carrier gas* yang digunakan adalah Ar, H₂, He, N₂ dan udara tekan. Hasil analisa berupa *peak* yang diinterpretasikan dalam bentuk area (tanpa satuan) dan konsentrasi (ppm/ppb) dalam waktu bersamaan. Waktu yang dibutuhkan untuk analisis satu sampel adalah selama 10 menit dengan volume sampel sebanyak 2 ml.



Gambar 5. GHG GC Varian 450 dan contoh hasil analisis gas N₂O, CO₂ dan CH₄

4. Portable Micro Gas Chromatography CP 4900

Portable Micro GC CP 4900 merupakan *mobile GC* yang dilengkapi baterai *recharger*, detector yang digunakan adalah *Thermal conductivity detector* (TCD), bisa digunakan untuk analisis CO₂ dan CH₄ secara bersamaan. Gas pembawa yang digunakan adalah H₂ (Helium) atau N₂ dan waktu yang dibutuhkan untuk analisis satu sampel adalah 2 menit dengan volume sampel sebanyak 2 µl. Hasil analisa berupa *peak* yang diinterpretasikan dalam bentuk area (tanpa satuan) dan konsentrasi (ppm).



Gambar 6. Portable Micro GC CP 4900 dan contoh hasil analisis gas CO₂ dan CH₄

INFRARED GAS ANALYZER (IrGA)

Infrared Gas Analyzer (IrGA) adalah alat untuk mengukur gas rumah kaca dengan menggunakan sensor cahaya inframerah. Prinsip kerja alat ini dengan menentukan penyerapan sumber cahaya yang dipancarkan inframerah melalui sampel udara tertentu. IrGA menggunakan teknologi inframerah *nondispersive* untuk mendeteksi gas tertentu dengan mendeteksi penyerapan panjang gelombang inframerah yang merupakan karakteristik gas tersebut (Wikipedia, 2012).

Laboratorium GRK Balingtan memiliki *Infrared Gas Analyzer Aeroqual AQM60* dengan dua sensor masing-masing digunakan untuk menganalisis gas CO_2 dan CH_4 . IrGA bersifat mobile, dapat digunakan langsung di lapangan. Contoh udara diambil secara langsung melalui selang yang dipasang pada IrGA dan dihubungkan dengan boks penangkap contoh udara di lapangan. IrGA ini dapat menganalisis contoh udara setiap 5 detik. Hasil analisa berupa konsentrasi gas dalam satuan ppm. Selain mengukur konsentrasi gas, IrGA juga mendeteksi suhu dan kelembaban udara dalam boks.



Gambar 7. *Infrared Gas Analyzer (IrGA)* dan contoh hasil alisis gas CO_2 dan CH_4

PERHITUNGAN FLUKS GRK

Hasil analisa contoh udara dapat dihitung menjadi fluks GRK dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Khalil *et al.*, 1991) :

$$F = \frac{dc}{dt} \times \frac{Vch}{Ach} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{(273,2+T)}$$

Keterangan :

- F : Fluks gas CH₄/CO₂/N₂O (mg/m²/menit)
- dc/dt : Perbedaan konsentrasi CH₄/CO₂/N₂O per waktu (ppm/menit)
- Vch : Volume boks (m³)
- Ach : Luas boks (m²)
- mW : Berat molekul CH₄/CO₂/N₂O (g)
- mV : Volume molekul CH₄/CO₂/N₂O (22,41 l)
- T : Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh gas (°C)

PENUTUP

Pengukuran gas rumah kaca dilakukan untuk mengetahui besarnya emisi gas rumah kaca yang dihasilkan pada suatu wilayah tertentu (sawah, perkebunan, hutan, perairan dll). Alat yang dapat digunakan untuk mengukur besarnya emisi GRK adalah kromatografi gas (GC) dan *infrared gas analyzer* (IrGA). Hasil analisa berupa area atau luasan (tanpa satuan) dan konsentrasi (ppm/ppb) yang diinterpretasikan dalam bentuk *peak* pada kromatogram. Hasil tersebut bisa dihitung ke dalam bentuk fluks atau emisi dengan menggunakan rumus perhitungan. Penggunaan alat ukur yang tepat dan bisa menghasilkan data yang valid serta dapat dipertanggungjawabkan sangat penting dalam menentukan hasil pengukuran. Untuk itu, penggunaan alat seperti GC dan IrGA harus dilakukan secara benar dan tepat sesuai dengan SOP (*Standard Operational Procedure*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Gas Chromatography: (1) Prinsip Kerja. <http://asro.wordpress.com/2008/10/03/gas-chromatography-1-prinsip-kerja/>. Diakses pada tanggal 27 Januari 2012.
- Anonim. 2010. GC- Gas Chromatography. <http://lansida.blogspot.com/2010/06/gc-kromatografi-gas.html>. Diakses pada tanggal 27 Januari 2012.
- IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaption and Vulnerability. Report of the Working Group I. Cambridge University Press. UK, p.967.
- Khalil. M. A. K., R. A. Rasmussen, M. X. Wang and L. Ren. 1991. Methane Emission from Rice Fields in China. *Environment Science Technology*. 25: 979-981.
- Kumar, P. and M S Nain. 2010. Global Warming and Agriculture Issues and Strategies. *Research Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 1(3), 298-30.
- Widada, B. 2000. Pengenalan Alat Kromatografi Gas. *Alat Analisis*. ISSN 1852-4777. URANIA. No. 23-24.
- Wikipedia, 2012. http://en.wikipedia.org/wiki/Infrared_gas_analyzer. Diakses pada tanggal 27 Januari 2012.