

## Teknik analisis gas rumah kaca daripada aktiviti pertanian

(Gas analysis technique from agriculture activities)

Norfarhah Abdul Razak, Mohd Nazrul Hisham Daud,  
Mohd Lip Jabit, Fazlyzan Abdullah, Muhamad Alif Sulaiman dan  
Liza Nuriati Lim Kim Choo

### Pengenalan

Pertanian di Malaysia merupakan salah satu industri yang penting dalam membangunkan negara yang membentuk kira-kira 12% daripada Keluaran Dalam Negara Kasar (KDNK) negara setiap tahun. Terdapat pelbagai jenis tanaman yang menyumbang kepada hasil pengeluaran pertanian negara seperti padi, sayur-sayuran, buah-buahan dan tanaman ladang. Daripada kesemua tanaman ini, padi merupakan tanaman utama yang merangkumi keluasan bertanam 689,810 hektar dengan nilai pengeluaran sebanyak 3,064,822 tan metrik setahun. Keluasan bertanam padi terbesar dicatatkan di Kedah dengan keluasan 215,708 hektar dengan nilai pengeluaran sebanyak 1,135,490 tan metrik. Tanaman ini penting kerana ia merupakan makanan ruji bagi rakyat Malaysia. Di sebalik kepentingan tanaman padi, wujud satu permasalahan yang membimbangkan iaitu isu pembebasan gas rumah kaca yang berlebihan. Pemantauan yang berkala perlu dilakukan bagi mengenal pasti jumlah pembebasan gas rumah kaca untuk merangka penyelesaian yang perlu diambil bagi mengurangkan impak terhadap alam sekitar.

### Gas rumah kaca

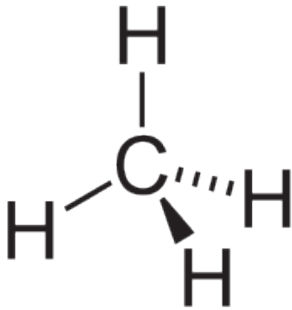
Gas rumah kaca atau turut dikenali sebagai *Greenhouse gases* (GHG) merupakan gas yang bertanggungjawab dalam memerangkap dan memantul tenaga sinaran dalam lingkungan termal inframerah. Ini penting bagi memastikan bumi sentiasa berada pada suhu yang sesuai untuk didiami. Contoh gas rumah kaca ialah gas karbon dioksida, metana, nitrous oksida dan wap air. Namun begitu, kehadiran gas rumah kaca yang berlebihan akan memberi kesan mudarat kepada manusia dan bumi. Ini kerana peningkatan suhu akan menyebabkan fenomena pemanasan global yang akhirnya mengakibatkan perubahan iklim global. Pertanian yang aktif dalam skala besar merupakan antara penyumbang kepada pembebasan gas rumah kaca berlebihan. Ini kerana pertanian berskala besar pada kebiasaannya melibatkan proses penggunaan nutrien dalam bentuk baja dalam kuantiti yang tinggi. Proses penguraian nutrien ini oleh mikroorganisma kebiasaannya membebaskan gas rumah kaca.

### Jenis-jenis gas rumah kaca

Gas metana ( $\text{CH}_4$ ) merupakan hidrokarbon yang tidak berwarna dan tidak berbau dan boleh didapati dengan banyak dalam gas asli. Gas ini dihasilkan secara alami dan juga daripada aktiviti manusia. Metana digunakan sebagai bahan api untuk pemanas rumah, kenderaan dan lain-lain. Struktur kimia bagi gas metana adalah seperti dalam *Gambar rajah 1*.

Gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) merupakan gas semula jadi yang tidak berwarna, bau tajam dan masam. Ia penting dalam kitaran karbon, namun akibat aktiviti manusia, pembebasan  $\text{CO}_2$  yang berlebihan boleh mengakibatkan pemanasan global. Struktur kimia bagi gas karbon dioksida adalah seperti dalam *Gambar rajah 2*.

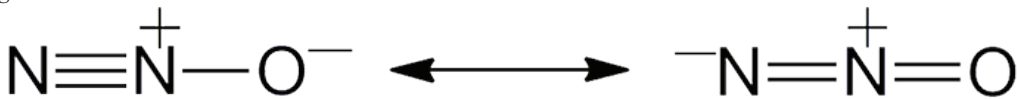
Gas nitrous oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) adalah gas semula jadi yang tidak berbau dan tidak berwarna yang turut dikenali sebagai 'laughing gas' dan seringkali digunakan dalam bidang perubatan sebagai bahan pelali. Struktur kimia bagi gas nitrous oksida adalah seperti dalam *Gambar rajah 3*.



*Gambar rajah 1. Struktur kimia gas metana*



*Gambar rajah 2. Struktur kimia karbon dioksida*



*Gambar rajah 3. Struktur kimia nitrous oksida*

### Analisis gas rumah kaca

Bagi tujuan pemantauan, kandungan gas rumah kaca boleh ditentukan melalui teknik analisis makmal. Teknik ini merangkumi tiga langkah utama iaitu penyediaan plot di lapangan, pensampelan dan analisis gas.

#### *Penyediaan plot di lapangan*

Di lapangan kajian, papan lapis berjalan (*board walk*) dipasang di titik plot yang dipilih untuk mengurangkan gangguan terhadap tanah semasa pensampelan gas dijalankan (*Gambar 1*). Pemasangan ini dilakukan sehari sebelum pensampelan gas dijalankan.

Ruang tertutup ditempatkan di plot kajian dengan ruangan atas dibiarkan terbuka.

### *Pensampelan gas*

Pensampelan gas di lapangan adalah mengikut prosedur Intergorvenmental Panel on Climate Change (IPCC) 1996/2006 (IPCC) dan National Institute for Agro-Environmental Sciences - Version 1, August 2015 (NIAES). Teknik ini menggunakan ruangan tertutup atau turut dikenali sebagai *closed chamber method* (Gambar 2).

Gas dikumpulkan daripada ruangan tertutup pengumpul gas dengan menggunakan 20 mL picagari melalui serum palam yang terpasang di dinding ruangan tertutup (Gambar 3). Selang masa dan waktu pengambilan gas ditentukan berdasarkan objektif kajian. Contohnya di kawasan penanaman padi, disarankan pengambilan gas pada jam 9 – 11 pagi dengan selang masa setiap 30 minit. Pensampelan pertama diambil seurus ruangan atas *closed chamber* ditutup. Ruangan tertutup dipasang dengan kipas kecil yang menggunakan bateri untuk mencapai keseimbangan tekanan gas semasa pensampelan. Sampel gas yang diperoleh disimpan di dalam kotak penyejuk sebelum dipindahkan ke dalam peti sejuk beku sebelum dianalisis.

Suhu di dalam ruangan tertutup direkod bagi setiap pensampelan gas dijalankan. Aras air di plot kajian juga perlu dicatat. Data tambahan seperti suhu tanah, suhu luar ruangan tertutup dan pH air turut direkod. Kepala ruangan tertutup perlu dialih setelah pensampelan gas selesai dijalankan untuk mengelakkan lecuran terhadap tanaman dalam ruangan tertutup tersebut dan seterusnya mati jika dibiarkan.



Gambar 1. Pemasangan papan lapis berjalan (board walk) di plot kajian (sawah padi)



Gambar 2. Kedudukan ruangan tertutup (*closed chamber*) dan papan lapis berjalan di plot kajian





Gambar 3. Contoh picagari yang digunakan dan ruangan tertutup yang diperbuat daripada keluli tahan karat

### ***Analisis gas***

Sampel gas yang telah diperoleh di lapangan akan dianalisis menggunakan kromatografi gas (GC) yang dilengkapi dengan pengesanan *Flame Ionization Detector* (FID) dan *Electron Capture Detector* (ECD) (Gambar 4).

Secara umumnya parameter bagi peralatan GC adalah seperti yang berikut:

Pemisahan: Kromatografi gas

Pengesanan dan suhu: *Thermal conductivity* (TCD) – 200 °C

*Flame ionization* (FID) – 250 °C

*Micro-electron capture* (ECD) – 350 °C

Kolum: 20 kaki panjang, 1/8 inci diameter, 28 cm × 31 cm × 16 cm dimensi

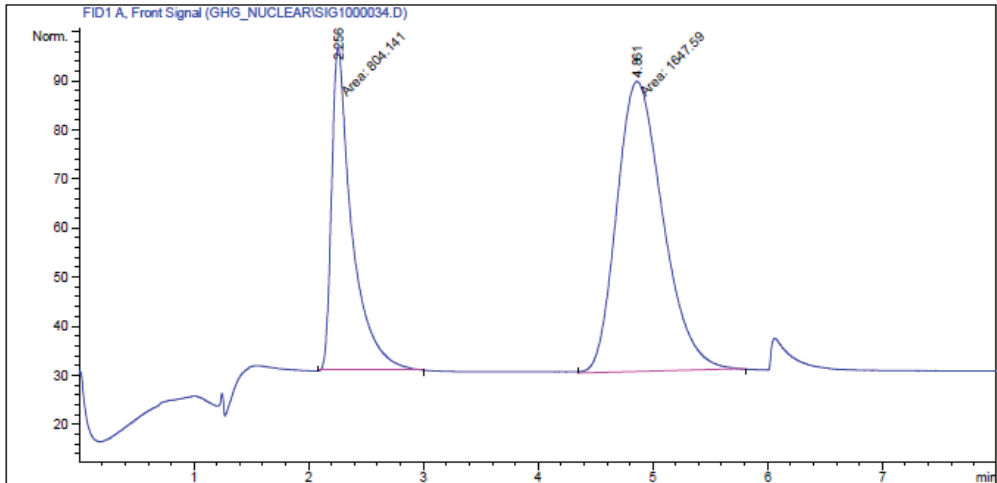
Isi padu suntikan: 0.1 mL

Kelajuan aliran gas: 20 mL min<sup>-1</sup>



Gambar 4. Contoh instrumentasi kromatografi gas (GC) yang digunakan untuk pengesanan gas-gas

Daripada contoh kromatogram (*Rajah 1*), dua jenis gas utama rumah kaca dapat dikesan daripada sampel iaitu gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Ia berdasarkan kalibrasi sebatian kimia piawai yang dianalisis sebelum sampel gas yang diperoleh di lapangan. Didapati gas metana (CH<sub>4</sub>) dikesan pada peringkat awal kajian berbanding dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Ini kerana, berat molekul gas metana (m/z 16) adalah lebih rendah berbanding dengan gas karbon (m/z 40).



Rajah 1. Contoh kromatogram yang diperoleh daripada GC

### Pengiraan fluks gas

Nilai fluks (*flux*) gas adalah nilai pembebasan gas rumah kaca di sesuatu kawasan kajian. Ia bergantung kepada nilai kepekatan gas yang diperoleh daripada kromatogram yang dibuat perbandingan dengan kromatogram sebatian kimia piawai. Secara asasnya, pengiraan kepekatan gas yang hadir akan menggunakan hukum gas (*gas law*) iaitu:

$$n = \frac{P.V}{R.T}$$

Di mana,

n = bilangan mol bahan yang dikaji

P = Tekanan atmosfera (Pa)

R = Pemalar gas ( $J \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

T = Suhu (K)

Daripada hukum gas di atas, pengiraan fluks di sesuatu ruangan bergantung kepada (i) peningkatan gas dalam ruangan tertutup dengan peningkatan masa, (ii) isi padu ruangan tertutup dan (iii) keluasan kawasan yang dilitupi ruangan tertutup. Oleh itu, pengiraan fluks adalah seperti berikut:

$$\text{Fluks} = [d(\text{Gas}_0)dt] \times PV / ART$$

Di mana,

$[d(\text{Gas}_0)dt]$  = kadar evolusi gas di dalam ruangan tertutup pada satu jangka masa yang ditentukan.

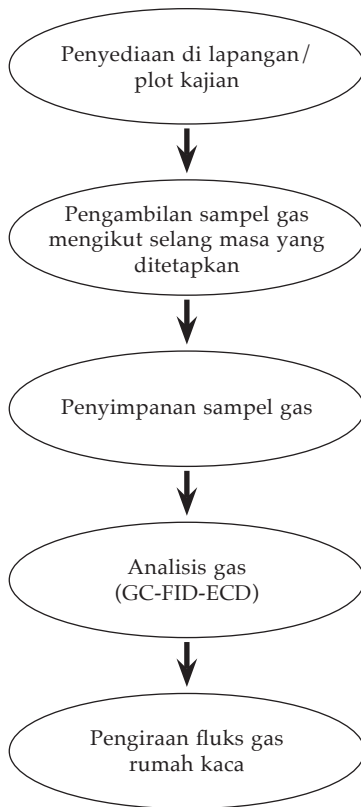
P = Tekanan atmosfera (Pa)

V = Isi padu ruang tertutup yang digunakan

A = Keluasan tanah yang dilitupi oleh ruangan tertutup

R = Pemalar gas

T = Suhu udara



Carta alir 1. Proses analisis gas rumah kaca

Fluks diperoleh daripada lengkung kalibrasi linear kepekatan gas berbanding dengan masa. Nilai yang diperoleh  $\text{mol area}^{-1} \text{min}^{-1}$  akan ditukar kepada unit  $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$ . Nilai  $\text{kg ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$  merujuk kepada kadar pembebasan gas rumah kaca tertentu dalam unit kilogram berkadar dengan 1 hektar kawasan penanaman dan dalam masa 1 tahun.

Keseluruhan penerangan proses analisis gas rumah kaca daripada aktiviti pertanian diringkaskan seperti dalam *Carta alir 1*.

### Kesimpulan

Teknik analisis gas rumah kaca daripada aktiviti pertanian melibatkan beberapa peringkat iaitu penyediaan plot di lapangan, pensampelan dan pengesanan gas. Proses bermula dengan penyediaan plot, di mana kelengkapan untuk pengambilan sampel gas akan disediakan mengikut kesesuaian lokasi yang dipilih. Diikuti dengan masa yang bersesuaian untuk pengambilan sampel gas berdasarkan objektif kajian. Kekerapan pengambilan gas yang sama juga perlu dipraktikkan. Cara penyimpanan sampel gas perlu dititikberatkan bagi mengelakkan berlakunya kebocoran sampel gas. Sampel gas boleh dianalisis dengan menggunakan instrumentasi kromatografi gas

(GC) yang dilengkapi dengan pengesan *Flame Ionization Detector* (FID) dan *Electron Capture Detector* (ECD). Daripada kromatogram, pengiraan pembebasan gas (*flux*) akan dikira berdasarkan lengkung kalibrasi sebatian kimia piawai. Teknik yang dibangunkan ini sangat berguna bagi penentuan gas rumah kaca yang terhasil daripada aktiviti pertanian

### Bibliografi

- Booklet Statistik Tanaman (Sub-Sektor Tanaman Makanan) 2018, Jabatan Pertanian. m.s. 28 – 40
- Encycloaedia Britannica. Diperoleh dari <https://www.britannica.com/>
- Manual on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture (1992). IAEA-TECDOC-674: 45 – 79
- IAEA/RCA Regional Training Course on Precision Technology For Sustainable Agriculture and Measurement of Greenhouse Gases Under Fields and Laboratory Conditions (2017) – Manual
- Choo, L.N.L.K., Ahmed, O.H., Nik Majid, N.M. dan Abd Aziz, Z.F. (2021). Pineapple Residue Ash Reduces Carbon Dioxide and Nitrous Oxide in Emissions in Pineapple Cultivation on Tropical Peat Soil in Saratok, Malaysia. *Sustainability* 13: 1014

## **Ringkasan**

Gas rumah kaca boleh terhasil daripada aktiviti pertanian yang aktif terutamanya yang melibatkan skala besar. Ini berpunca daripada pemberian nutrien dalam bentuk baja bagi tujuan peningkatan tumbesaran dan peningkatan hasil. Proses penguraian nutrien ini oleh mikroorganisma membebaskan gas rumah kaca seperti gas metana dan karbon dioksida. Pembebasan gas rumah kaca ini secara berlebihan akan mewujudkan ketidakseimbangan kepada persekitaran terutamanya yang melibatkan suhu. Ini akhirnya akan menyebabkan peningkatan suhu global dan menjejaskan hidupan. Oleh yang demikian teknik analisis bagi pengukuran pembebasan gas rumah kaca yang tepat perlu dibangunkan. Dalam kajian ini, satu teknik analisis berkaitan telah berjaya dihasilkan. Teknik ini melibatkan tiga proses utama iaitu penyediaan plot di lapangan, pensampelan dan pengesanan gas menggunakan kromatografi gas. Kajian yang berterusan membolehkan data yang kolektif untuk menangani permasalahan pembebasan gas rumah kaca yang berlebihan daripada sektor pertanian.

## **Summary**

Active agriculture activities especially in large scale emitted higher greenhouse gases. This is caused by nutrient input such as fertiliser which is used to increase the growth and production yield. Nutrient decomposition process by microorganism will emit greenhouse gases such as methane and carbon dioxide gas. Continuously greenhouse gases emission will create an imbalance to the environment especially involving temperature. This will eventually lead to increase in global temperatures and affect life. Therefore, analytical techniques for accurate measurement of greenhouse gases emission need to be developed. In this study, a related analytical technique has been developed. This technique involves three main processes namely plot preparation in the field, gas sampling and gas detection using gas chromatography. Ongoing research allows for collective data to address the problem of excessive greenhouse gases emissions from the agricultural sector and alternative ways to overcome it.

## **Pengarang**

Norfarhah Abdul Razak

Pusat Pengkomersialan Teknologi dan Bisnes, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

E-mel: norfarhah@mardi.gov.my

Mohd Nazrul Hisham Daud (Dr.)

Pusat Pengkomersialan Teknologi dan Bisnes, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Mohd Lip Jabit

Pusat Pembangunan dan Pengurusan Harta, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Fazlyzan Abdullah

Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

Liza Nuriati Lim Kim Choo dan Muhamad Alif Sulaiman

Pusat Penyelidikan Sains Tanah, Air dan Baja, Ibu Pejabat MARDI

Persiaran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor