

## Pengujian Sistem Pengukuran Karbon Dioksida di dalam Tanah Terhadap Udara

**Siti Nurliah, Ahmad Aminudin\*, Mimin Iryanti\***

Program Studi Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia

\*Email : mien\_iryanti@upi.edu; aaminudin@upi.edu

### ABSTRAK

Didalam tanah banyak sekali unsur-unsur yang tertimbun seperti sampah-sampah organik, bakteri, dan fosil-fosil tanaman. Pembusukan sampah organik didalam tanah menghasilkan gas karbondioksida yang akan menguap ke atmosfer. Menurut indeks potensi pemanasan global, gas karbon dioksida merupakan yang terkecil. Namun karena jumlah kenaikan yang pesat membuat gas karbon dioksida merupakan sumber utama gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Untuk mengetahui berapa banyak konsentrasigas gas karbon dioksida yang di emisikan dari tanah ke atmosfer, diperlukan sistem pengukuran untuk mengukur gas karbon dioksida di dalam tanah. Telah dilakukan pembuatan alat pengukuran gas karbon dioksida di dalam tanah dengan menggunakan sensor MG-811. Sensor MG-811 merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi gas karbon dioksida di udara. Sensor tersebut sangat sensitive terhadap gas karbon dioksida dengan jangkauan pengukuran dari 400 ppm - 10.000 ppm.

**Kata kunci** : Alat Ukur, Karbondioksida, Emisi Karbondiosida, Sensor MG-811

### PENDAHULUAN

Dua hal utama yang menjadi penyebab fenomena perubahan iklim dan kerusakan alam adalah polusi yang diakibatkan oleh sampah padat serta polusi yang disebabkan oleh emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) (Khabibi, dan Safitra, 2020). Timbulan sampah menghasilkan emisi gas karbon dioksida yang akan dilepas di udara (Maziya, 2017). Sampah yang tertimbun akan terurai menghasilkan gas metana dan karbon dioksida (Sofriadi, et al., 2017). Secara alami, karbon dioksida dihasilkan oleh semua makhluk hidup. Hewan, fungi, dan mikroorganisme menghasilkan karbon dioksida ketika proses respirasi. Sementara tumbuhan menggunakan karbon dioksida dalam proses fotosintesis dan mengubahnya menjadi karbon organik. Peningkatan kandungan gas karbon dioksida di atmosfer dapat mengakibatkan pemanasan global. Pemasn global merupakan kejadian meningkatnya suhu rata-rata di atmosfer, laut, dan darata bumi. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dianggap sebagai gas rumah kaca (GRK) utama karena memiliki laju pertumbuhan emisi yang tinggi, waktu tinggal di atmosfer yang lama, dan tingginya emisi yang berasal

dari sektor industry (Junaedi, 2008). Batas dari karbon dioksida sendiri adalah 415 ppm, sedangkan sekarang telah melebihi dari batas tersebut. Jika kadar gas karbon dioksida terus meningkat, maka suhu di atmosfer akan meningkat yang menyebabkan pemanasan global. Karena karbon dioksida dan polutan udara lainnya berkumpul di atmosfer kemudian menyerap sinar matahari yang memantul dari permukaan bumi.

Berikut ini indeks pemanasan global (Samiaji, 2009) yang ditunjukkan pada table 1.1 berikut ini.

**Tabel 1.1** Indeks pemanasan global

Jens gas rumah kaca	Potensi pemanasan (ton CO <sub>2</sub> ekuivalen)
Karbondioksida (CO <sub>2</sub> )	1
Metana (CH <sub>4</sub> )	21
Nitro Oksida(N <sub>2</sub> O)	310
Hydrofluorocarbon( HFCs)	500
Sulfur hexa fluorida (SF <sub>6</sub> )	9200

Sumber :  
KLH,Indonesia :The First National  
Communication,1999

Berdasarkan tabel 1.1 karbon dioksida memiliki potensi yang kecil dibanding gas rumah kaca lainnya.namun seperti yang telah di jelaskan oleh junaedi, karbondiosida memiliki laju pertumbuhan yang cepat dan dan waktu tinggal di atmosfer yang lama,membuat konsentrasi gas karbon dioksida paling besar di atmosfer.

Ketika tanaman hijau mati, karbohidrat dari tanaman tersebut akan diuraikan oleh jamur atau bakteri. Jamur serta bakteri tersebut akan menjalani respirasi yang melepaskan karbon dioksida ke atmosfer. Sisa-sisa pohon dan vegetasi lainnya yang terperangkap dengan lingkungan yang sangat asam, hangat serta sedikit oksigen yang menyebabkan tumpukan lapisan-lapisan menciptakan material padat yang disebut gambut. Sehingga gambut tersebut dapat mengemisikan gas karbon dioksida karena mengandung karbon paling banyak diantara tanah lainnya. Emisi CO<sub>2</sub> dihasilkan dari kegiatan antropogenik dan sumber alami. Pembusukan merupakan salah satu contoh dari sumber alami yang mengemisikan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan antropogenik berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, kegiatan pertanian dan lain-lain. Sektor pertanian memberikan sekitar sepertiga dari emisi CO<sub>2</sub> total dalam aktivitas konversi hutan untuk tanaman tahunan atau padang rumput . Respirasi tanah merupakan salah satu dari sekian banyak aktivitas pertanian yang mengemisikan CO<sub>2</sub> ke atmosfer. Respirasi tanah juga dapat menjadi pertimbangan utama dalam menentukan aktivitas biologi dalam tanah untuk mendeskripsikan kualitas dari tanah tersebut. Selain untuk menunjukkan aktivitas mikroba pada kondisi aerob, respirasi tanah juga pernah digunakan untuk mendeskripsikan mineralisasi dan stabilisasi karbon setelah penambahan materi organik dalam tanah (ASA, 1982). Tiga komponen utama dari respirasi tanah adalah respirasi akar, respirasi permukaan tanah, dan degradasi materi organik tanah. Materi organik tanah didegradasi oleh mikroorganisme dalam tanah dengan produk akhir berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Penambahan materi organik tanah juga mempunyai pengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme yang berada dalam tanah.

Jenis tanah yang banyak mengemisikan CO<sub>2</sub> adalah tanah gambut. Tanah gambut dapat dikatakan sebagai sumber emisi CO<sub>2</sub>, karena mengandung materi organik yang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme, sehingga menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan melepaskannya ke udara (Handayani, 2009). Pemberian pupuk urea dan mineral zeolite pada tanaman padi di tanah gambut menghasilkan emisi gas karbon dioksida yang tinggi (Prayitno, et al., 2019).

Perhitungan emisi karbon di dalam tanah sangat penting terutama untuk lahan gambut (Agus dan van Noordwijk, 2007). Indonesia memiliki lahan gambut yang luasnya ± 20 juta ha, dengan 27% sebaran lahan gambut terdapat di Pulau Kalimantan atau seluas ± 6 juta ha (Wahyunto, Ritung, & Subagjo, 2004; Tim Publikasi Katadata, 2019).

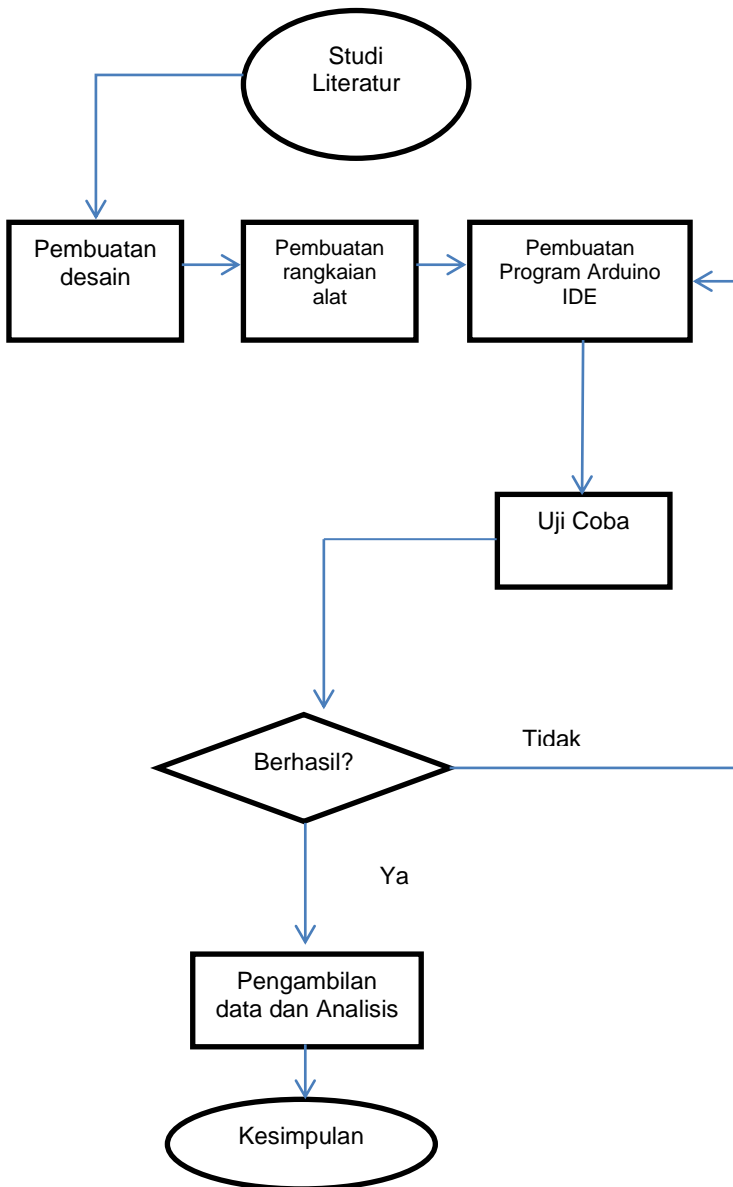
Kandungan karbon tanah bervariasi melintasi bentang lahan dan terutama dipengaruhi oleh iklim, tipe tanah, dan penggunaan lahan ( Dadal dan Meyer, 1986). Jika tanah tersebut temperaturnya semakin panas, maka akan melepaskan karbondioksida ke atmosfer. Sehingga dibutuhkan alat untuk mengukur gas karbon dioksida yang di emisikan oleh tanah untuk mengetahui kadar gas karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer.

Dengan mengukur konsentrasi karbon dioksida yang di emisikan dari tanah menuju atmosfer, kita bisa mencegah terjadinya pemanasan global dengan pemanfaatan tanah seperti yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Sehingga dibuatlah sistem pengukuran karbondioksida didalam tanah. Sensor yang digunakan dalam sistem pengukuran menggunakan sensor MG-811. Sensor MG-811 merupakan sensor yang berbasis pada konsep kimia, dimana pemakaian sensor ini membutuhkan pemanasan selama 48 jam untuk pertama kali nya. Karena output yang sangat kecil, sensor MG-811 dipasang modul dengan penguatan 8.5 kali. Sensor ini dapat mendeteksi konsentrasi karbondiosida mulai dari 400 ppm - 10000 ppm.

## METODE

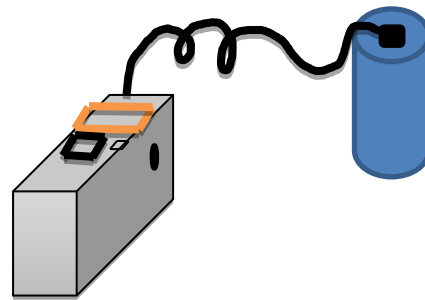
Metode yang digunakan untuk melaksanakan penelitian ini yaitu metode studi literatur dan metode eksperimen. Metode Studi Literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi-informasi baik dari buku, jurnal maupun dari internet. Studi literatur mencakup

informasi sensor yang dapat mendeteksi gas karbondiosida, penelitian gas karbondiosida yang pernah dilakukan, penelitian pembuatan alat ukur gas karbondiosida. Metode eksperimen meliputi tahap perancangan, pembuatan, pengujian dan pengambilan data. Sehingga diperoleh hasil dari penelitian ini. Berikut merupakan diagramalir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Diagram Alir Penelitian

Metode studi literature digunakan untuk membuat desain system pengukuran karbondioksida didalam tanah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2.



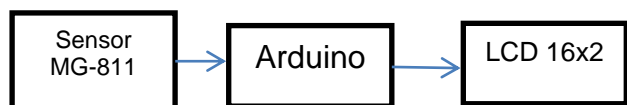
**Gambar 2.2.** Desain alat ukur

Rancangan tersebut terdiri dari kotak yang berukuran 11,5cm x 18cm x 6cm, arduino uno, LCD 16x2, thermometer digital, sensor MG-811, chamber gas dan saklar. Sensor MG-811 memiliki rentang pengukuran dari 400ppm-10.000 ppm dengan output 0~4V. Sebelum pengambilan data, sensor dipanaskan 48jam untuk pertama kalinya selanjutnya dapat dipakai dengan memanaskan 15 menit untuk penstabilan sensor. Gas karbondioksida yang menguapkan masuk dalam chamber tabung, yang telah dipasang sensor MG-811. Gas didalam tabung tersebut akan di deteksi menggunakan sensor MG-811 dimana output berupa tegangan sebagai masukan analog pada arduino. Hasil dari arduino tersebut akan di tampilkan pada LCD16x2.

Metode eksperimen meliputi tahap perancangan, pembuatan, pengujian dan pengambilan data. Sehingga diperoleh hasil dari penelitian ini

Metode eksperimen diawali dengan memanaskan sensor selama 48 jam menggunakan arduino ditempat kadar karbondioksida kurang dari 400ppm, dianjurkan melakukan pengukuran ruangan terlebih dahulu untuk mengetahui kadar karbondioksida didalam ruangan tersebut. Setelah itu mengecek tegangan output dari sensor untuk dimasukkan dalam program Arduino IDE. Kemudian menjalankan program Arduino IDE yang telah dibuat.

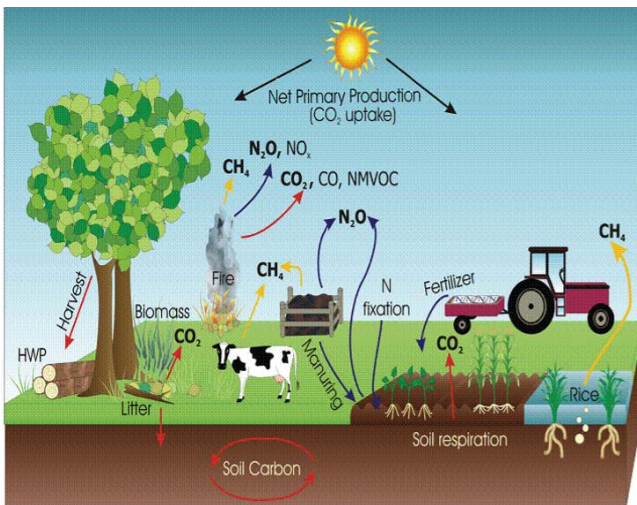
Pengujian dilakukan dengan cara meniupkan udara pada chamber gas yang ditempatkan sensor. Berikut diagram blok rangkaian alat yang ditunjukkan pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Diagram Blok Rangkaian Alat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sumber gas karbon dioksida adalah dari pembakaran bahan bakar, pembakaran biomassa, respirasi, tumpukkan sampah, letusan gunung berapi, kebakaran hutan, pengeringan lahan gambut, semen, etanol, lahan pertanian, baik tanahnya maupun dari tanamannya. Pada Gambar 2.4, emisi gas karbondioksida disebabkan dari respirasi tanah, pembakaran biomassa, dan pembusukan sampah organik. Sector pertanian dan ternak mengemisikan 87% GRK dari seluruh gas rumah kaca. Jika emisi ini tidak dikendalikan maka akan menyebabkan pemanasan global.



**Gambar 2.4.** Siklus Karbon  
Sumber :

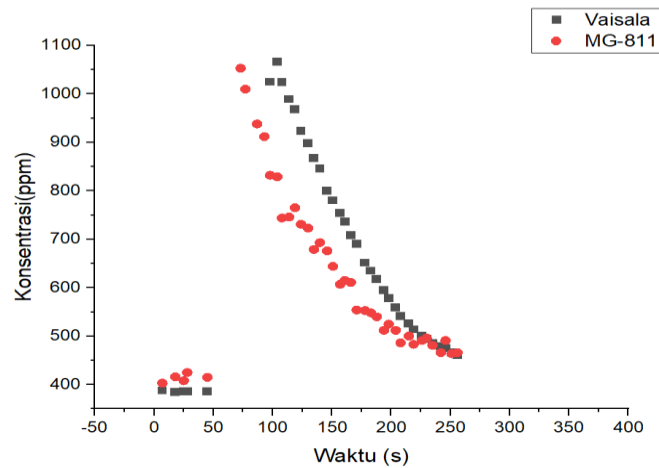
*IPCC (Intergovernmental panel on Climate Change. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.*

Karbon dioksida yang berasal dari tanah akan menguap ke udara, dan tertampung di atmosfer. Karena tidak diketahui berapa nilai konsentrasi karbondioksida yang teremisikan dari tanah, peneliti melakukan serangkaian system pengukuran karbondioksida didalam tanah.

prinsip dasar yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu prinsip gas ideal. Gas yang diemisikan dari tanah akan ditampung dalam sebuah chamber untuk dideteksi oleh sensor MG-811. Chamber yang digunakan dalam pengukuran ini memiliki dimensi tinggi 30cm dan diameter 14cm. hasil dari pengukuran ini akan ditampilkan pada LCD 16x2. Untuk mengetahui respon dari sensor MG-811 dilakukan pengujian terhadap gas karbondioksida yang dihasilkan dari respirasi manusia. Dalam proses ini, sensor MG-811 diletakkan didalam chamber gas dengan alat vaisala GMP 343 untuk membandingkan hasil pengukuran. Vaisala merupakan alat ukur gas karbondioksida yang sudah terkalibrasi secara standar.

Dalam pengujian, dilakukan dengan memanaskan sensor terlebih dahulu selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk penstabilan sensor sebelum mengambil data. Pengujian dilakukan dengan meniupkan udara kedalam chamber gas secara perlahan. Udara yang ditiupkan mengandung karbondioksida sebagai hasil dari respirasi yang dikeluarkan oleh manusia. Karbondioksida tersebut akan dideteksi oleh sensor MG-811 dan vaisala GMP 343. Dari hasil pengujian diperoleh grafik yang ditunjukkan gambar 2.5.

Pada waktu 7-45 sekon, sensor dan vaisala mengukur konsentrasi karbondioksida diudara, tepatnya dititiklokasi 6°51'38"S 107°35'47"E pada ketinggian 1.43km. Pada waktu 57 sekon, meniupkan udara kedalam chamber gas. Nilai konsentrasi karbondioksida yang terukur oleh sensor MG-811 sebesar 1221ppm dan vaisala 12211.5 ppm. Namun seperti yang ditampilkan pada gambar , sensor MG-811 respon nya sangat cepat untuk kembalike nilai stabil. Dalam hal ini sensor MG-811 sangat responsive dalam mendeteksi gas karbondioksida.



**Gambar 2.5** Grafik hasil pengujian

## PENUTUP

Telah dilakukan penelitian untuk mengukur gas karbondiosida didalam tanah untuk diaplikasikan dilapangan. Pengujian dilakukan dengan meniupkan udara pada chamber gas dimana didalam chamber tersebut dipasang sensor. Setelah sistem alat ini berhasil dibuat, akan dikembangkan lagi yaitu modifikasi chamber gas yang akan digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. & M. van Noordwijk. (2007). CO2 emissions depend on two letters. The Jakarta. Tersedia di <http://unfcccbbali.org/unfccc/news-unfccc/news-unfccc/co2emissions-depend-on-two-letters.html>
- Asa. (1982). Methods of soil analysis, part 2. American Society of Agronomy Inc., Soil Science of America.
- Dadal & Meyer. "Longterm Trend in Fertility of Soils Under Continous Cultivation and Cereal Cropping in Southern. *Australia Journal Soil Resources*". 24, 281- 292.
- Handayani, E.P. (2009). Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Metan (CH<sub>4</sub>) Pada Perkebunan Kelapa Sawit Di Lahan Gambut yang Memiliki Keragaman Dalam Ketebalan Gambut dan Umur Tanaman. Disertasi. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Fakultas Pertanian IPB
- Haris. & Junaedi, A. (2008). "Kontribusi Hutan Sebagai Rosot Karbondiosida (Contribution of Forest as Carbondioxide Sink)". *Info Hutan*. 5, (1), 1-7
- Khabibi, Akhmad dan Safitra, & Dhian, A. (2020). "Sampah Padat, Emisi Gas Karbondioksida, dan Produk Domestik Bruto". *Jurnal Reformasi Administrasi*. 7, (1), 9-16.
- Maziya, F. B. (2017). "Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) Kegiatan Pengelolaan Sampah Kecamatan Genteng Kota Surabaya". *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*.3, (2), 1-9.
- Prayitno, Muh Bambang, et al. (2019). "Pengaruh Pupuk Urea dan Mineral Zeolit terhadap Emisi Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) pada Pertanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) di Tanah Gambut". *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2019, Palembang 4-5 September 2019*. Pp.437-444
- Sofriadi, Dedi, et al.,. (2017). "Estimasi Emisi Karbn dari Sampah Permukiman dengan Metode IPCC di Kecamatan Ulee Kareng, Banda Aceh". *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syah Kuala*.1, (2), 339-348
- Wahyunto, Ritung, S., Suparto, & Subagjo, H. (2003). Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. Wetlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada, Bogor.