

Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Penyerapan Gas Karbondioksida (CO₂) Oleh Tumbuhan Menggunakan Sensor MH-Z19

Lalu Teguh Permana¹, Nurul Qomariyah¹, Rahadi Wirawan¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Indonesia,

E-mail : rwirawan@unram.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 03-02-2021

Revised: 24-05-2021

Accepted: 27-05-2021

Keywords :

Fotosintesis; Serapan CO₂;
Sensor MH-Z19.

How To Cite :

Permana, L.T., Qomariyah, N., Wirawan, R, (2021). Rancang Bangun system Pendeteksi Penyerapan Gas Karbondioksida (CO₂) Oleh Tumbuhan Menggunakan Sensor MH-Z19. Indonesian Physical Review, 4(2), 86-94.

DOI :

<https://doi.org/10.29303/iper.v4i2.81>

ABSTRACT

This research was designed and made a device CO₂ absorption detection system in plants. A plant's CO₂ absorption capability can be measured by utilizing a type of sensor that can detect or measure CO₂ concentration.. The device consists of an MH-Z19 sensor, an Arduino Uno module, a data logger module, and a leaf chamber. For the testing of CO₂ absorption measurement system used several test samples namely free air, oxygen with a content of 95%, and artificial CO₂. The collection of CO₂ absorption data was conducted for one hour at 08.00, 10.00, 12.00, 14.00, and 16.00 WITA with repetitions of five days. The measurement results show the same pattern. This is indicated by the visible value of CO₂ concentration decreased during one hour of measurement. Although the data trend shows the same trend, the best absorption occurs on the first, third, fourth, and fifth days. For the first, third, and fifth days, the weather conditions are very sunny so that the measured absorption of CO₂ reaches 500 ppm - 650 ppm, while on the fourth day the weather conditions are slightly cloudy so that the absorption of CO₂ only reaches 700 ppm. The system that has been made has an average measurement precision in a span of five days above 80%. The precision of the detection system in the range of 88.67%-94.14%.

Copyright © 2021 IPR. All rights reserved.

Pendahuluan

Karbondioksida (CO₂) merupakan senyawa kimia yang berbentuk gas tersusun dari dua atom oksigen (O) yang terikat secara kovalen bersamaan dengan atom karbon (C). Gas CO₂ dapat dihasilkan dari berbagai proses seperti pembakaran bahan bakar fosil, biomassa, tumpukan sampah, letusan gunung berapi, kebakaran hutan, pabrik yang memproduksi ammonia, semen, etanol, besi baja, dan hidrogen. Selain itu, CO₂ juga dihasilkan dari pernafasan makhluk hidup tidak terkecuali tumbuhan[1]. Pengurangan CO₂ dari atmosfer pada hakekatnya adalah penyerapan CO₂ oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis[2].

Pada tumbuhan gas CO₂ diperlukan dalam proses fotosintesis. Oleh karenanya, keberadaan tumbuhan memberikan kontribusi terhadap pengurangan konsentrasi CO₂ dalam udara bebas [3]. Setiap tumbuhan memiliki kemampuan penyerapan CO₂. Selain itu, banyaknya jumlah daun tumbuhan mempengaruhi kemampuan serapan CO₂ oleh suatu tumbuhan[4].

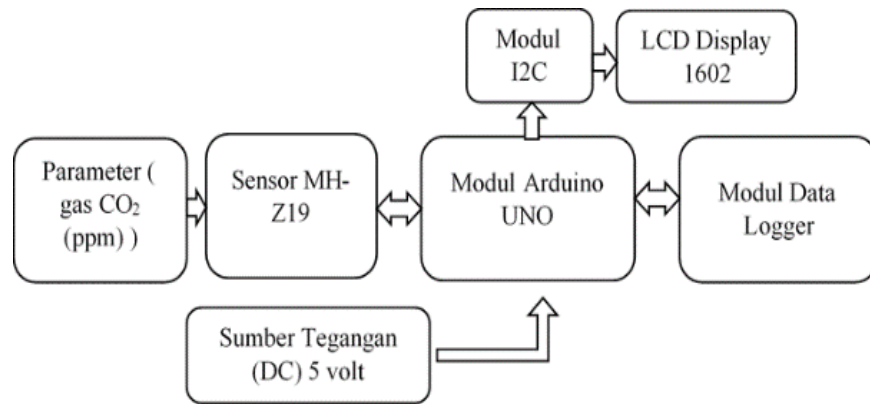
Pengukuran serapan CO₂ pada tumbuhan dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan menyerap CO₂ [5]. Kemampuan serapan CO₂ suatu tumbuhan dapat diukur secara langsung dengan merusak bagian tumbuhan seperti akar, batang maupun daun. Selain itu, juga dapat dilakukan pengukuran secara tidak langsung melalui pengurangan kadar CO₂ disekitar tumbuhan. Pengukuran tidak langsung ini dapat dilakukan menggunakan alat standar seperti LCi ADC Bioscientific Ltd. Photosynthesis System. Namun harga alat tersebut cukup mahal sehingga alternatif yang dapat dilakukan memanfaatkan suatu jenis sensor yang dapat mendeteksi atau mengukur konsentrasi CO₂. Sensor MQ-135 merupakan salah satu sensor yang dimanfaatkan pada pengukuran CO₂ pada tumbuhan hidroponik[6]. Selain sensor MQ-135, terdapat beberapa jenis sensor lain yang berpotensi diaplikasikan dalam pengukuran serapan CO₂ seperti sensor- sensor MG-811, TGS 4161, CDM 4160 dan MH-Z19.

Sensor MH-Z19 merupakan jenis sensor NDIR (*Non-Dispersive Infra Red*). Sensor ini mendeteksi konsentrasi gas CO₂ berdasarkan serapan panjang gelombang inframerah oleh gas CO₂[7]. Metode ini memanfaatkan fenomena CO₂ menyerap sinar inframerah dengan Panjang gelombang 4270 nm[8]. Sensor MH-Z19 memiliki rentang pengukuran yang cukup lebar (0-5000 ppm) dibandingkan dengan sensor MQ-135 (10-1000 ppm). Lapshina (2019) berhasil memanfaatkan sensor *MH-Z19* untuk mengidentifikasi adanya aktivitas dalam suatu ruangan berdasarkan perubahan konsentrasi CO₂ dalam ruangan[9]. Berdasarkan potensi sensor *MH-Z19* tersebut, dalam penelitian ini dikembangkan aplikasi sensor *MH-Z19* untuk mengidentifikasi penyerapan CO₂ oleh tumbuhan. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu pertama, perancangan dan pembuatan perangkat monitoring CO₂ berbasis sensor *MH-Z19*. Kemudian pada tahapan kedua dilakukan pengukuran perubahan konsentrasi CO₂ untuk mengidentifikasi penyerapan CO₂ oleh tumbuhan.

Metode

Sistem pengukuran serapan gas CO₂ berbasis sensor *MH-Z19* merupakan sensor yang memiliki sensitivitas cukup baik terhadap pendeteksian gas CO₂. Terdapat empat komponen utama penyusun sistem pengukuran serapan gas CO₂ yaitu sensor *MH-Z19*, Modul *Arduino UNO*, Modul *Data Logger*, dan Chamber daun. Sensor *MH-Z19* pada sistem berfungsi sebagai pendeteksi serapan gas CO₂ oleh tumbuhan. Mekanisme kerja dari sistem pengukuran serapan gas CO₂ ini yaitu sensor *MH-Z19* akan mendeteksi gas CO₂ yang diserap oleh tumbuhan saat proses fotosintesis berlangsung dengan keluaran berupa nilai ppm. Blok diagram dapat dilihat pada Gambar 1.

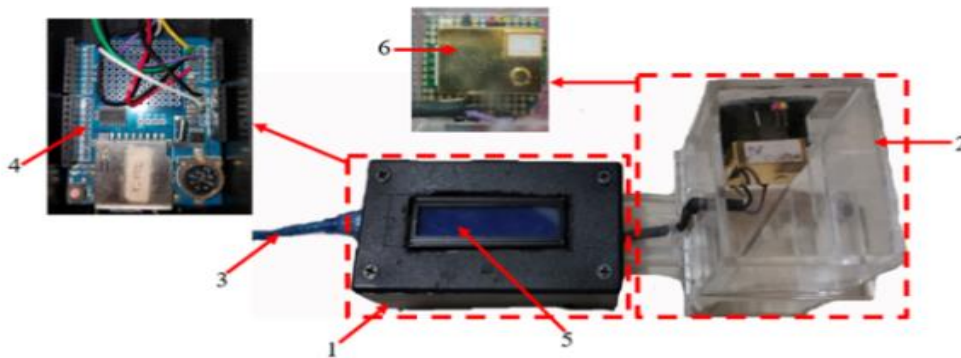
Dari sistem yang dirancang, output yang dihasilkan adalah konsentrasi gas CO₂ dalam satuan ppm. Pengambilan data dilakukan pada pukul 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 dan 16.00 WITA dalam rentang waktu lima hari, pemilihan waktu pengukuran berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Mansur pada tahun 2012. Jumlah pengambilan data serapan CO₂ sebanyak 12 data dengan selang waktu 5 menit/1 data untuk setiap variasi waktu yang telah ditentukan.



Gambar 1.Diagram Blok Sistem Pendeteksi Penyerapan CO₂.

Tujuan utama dari penelitian adalah membuat rancang bangun sistem pengukuran serapan CO₂ berbasis sensor *MH-Z19*. Pada proses pengukuran digunakan satu jenis tumbuhan yaitu tumbuhan jambu hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem rancang bangun yang dibuat dapat melakukan pengukuran langsung serapan CO₂ pada tumbuhan uji, dan tidak berfokus pada jenis tumbuhan yang digunakan untuk mengetahui optimasi penyerapan CO₂ dari tumbuhan tersebut.

Terdapat empat komponen utama pada pembuatan sistem pendeteksi penyerapan gas karbon dioksida (CO₂) yaitu Sensor *MH-Z19* berfungsi sebagai pendeteksi gas CO₂. Modul *Arduino Uno* dan *Data Logger* berfungsi sebagai perangkat pengendali sistem serta perekam data[10] dan *chamber* berfungsi sebagai ruang saat pengukuran serapan CO₂ dengan cara menjepit bagian daun dari tumbuhan yang akan diukur. Tampilan rancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Keterangan Gambar :

- | | |
|------------------------|--|
| 1. Box alat | 4. Modul <i>Arduino UNO</i> + <i>Data Logger</i> |
| 2. <i>Chamber</i> daun | 5. LCD 1602 |
| 3. Kabel power | 6. Sensor <i>MH-Z19</i> |

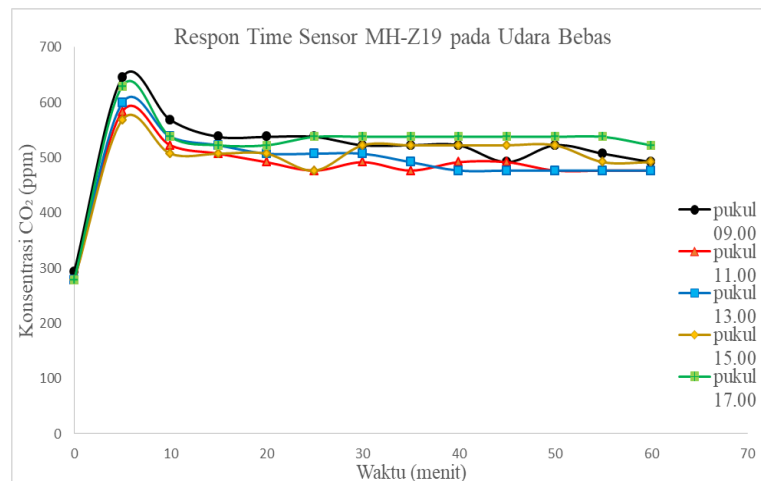
Gambar 2. Sistem pengukuran serapan CO₂ pada tumbuhan.

Teknik pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan karakteristik dari pembacaan sensor yang digunakan terhadap variabel yang diukur. Karakteristik sensor diungkapkan dalam nilai *response time*, presisi, dan hasil pengukuran pada sampel uji.

Pengujian awal sensor dilakukan dengan tiga cara yaitu dengan mengukur kadar CO₂ pada udara bebas, mengukur oxycan dengan kadar oksigen 95% dan menggunakan cairan sitrun yang dicampurkan dengan soda kue untuk menghasilkan gas CO₂ yang nantinya untuk dideteksi konsentrasinya (ppm). Hal tersebut dilakukan sebagai pengganti proses kalibrasi karena sulitnya alat standar sebagai pembanding.

Hasil dan Diskusi

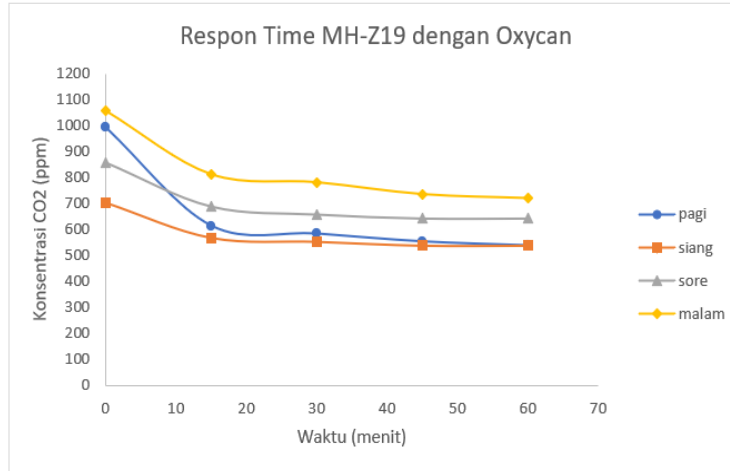
Penentuan *response time* pada sensor MH-Z19 merupakan salah satu cara untuk mengetahui bagaimana pembacaan sensor terhadap gas CO₂. Uji *response time* yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan tiga bahan uji. Pertama mendeteksi gas CO₂ pada udara bebas dengan cara meletakkan sensor di luar ruangan selama 1 jam, pengukuran dilakukan pada waktu yang berbeda yaitu pukul 9.00, 11.00, 13.00, 15.00 dan 17.00 WITA. Hal ini dilakukan karena tidak ada informasi mengenai *response time* pada data sheet sensor. Gambar 3 menunjukkan grafik *response time* sensor terhadap udara bebas.



Gambar 3. Response Time Sensor Terhadap Udara Bebas.

Dari grafik terlihat bahwa pada menit 6 terjadi kenaikan atau kelonjokan nilai konsentrasi CO₂, hal ini dikarenakan sensor sedang dalam fase pemanasan. Dari datasheet, sensor MH-Z19 membutuhkan waktu pemanasan selama 3 menit [11]. konsentrasi gas CO₂ tertinggi terukur sebesar 522 ppm pada pukul 5 sore. Sedangkan konsentrasi gas CO₂ terendah terukur sebesar 476 ppm pada pukul 11 pagi dan 1 siang.

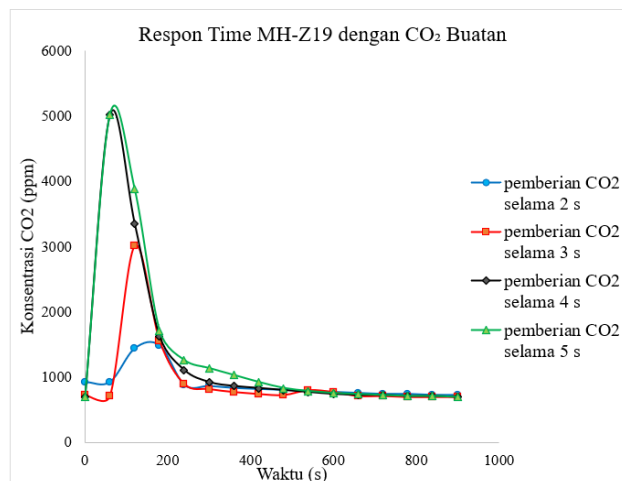
Pengujian kedua mengukur Oksigen dengan kadar Oksigen 95%, pengukuran dilakukan dengan cara memberikan Oksigen di dekat sensor setiap 15 menit selama 1 jam pada ruangan tertutup. Gambar 4 menunjukkan grafik *response time* sensor terhadap pemberian Oksigen 95%.



Gambar 4. Response time sensor terhadap pemberian Oksigen 95%.

Dapat dilihat pada gambar, saat sensor diberikan Oksigen untuk setiap waktu pengukuran berbeda menghasilkan pola yang sama dimana konsentrasi CO₂ yang terbaca rata-rata mengalami penurunan. Sehingga dapat dikatakan konsentrasi CO₂ mengalami penurunan saat diberikan Oksigen. Dari grafik terlihat bahwa konsentrasi CO₂ tertinggi terukur pada waktu malam hari sebesar 800 ppm sedangkan konsentrasi terendah terukur sebesar 600 ppm pada pagi dan siang hari. Tiga jenis pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi gas CO₂.

Pengujian terakhir mengukur kadar CO₂ buatan yang dibuat dengan mencampurkan larutan sitrun dan baking soda menggunakan alat CO₂ DIY kit. Pengukuran dilakukan dengan cara memberikan CO₂ pada sensor selama 2 detik yang kemudian diukur selama 15 menit dan dilakukan juga variasi pemberian CO₂ selama 3, 4 dan 5 detik. Gambar 5 menunjukkan grafik response time pemberian CO₂ buatan. Pada area tertutup, nilainya kadang melebihi 700 ppm, terutama ketika banyak orang berkumpul pada suatu ruangan yang sama. Konsentrasi CO₂ dalam udara yang dihasilkan dari pernafasan manusia sekitar 4 sampai 5 % [12].



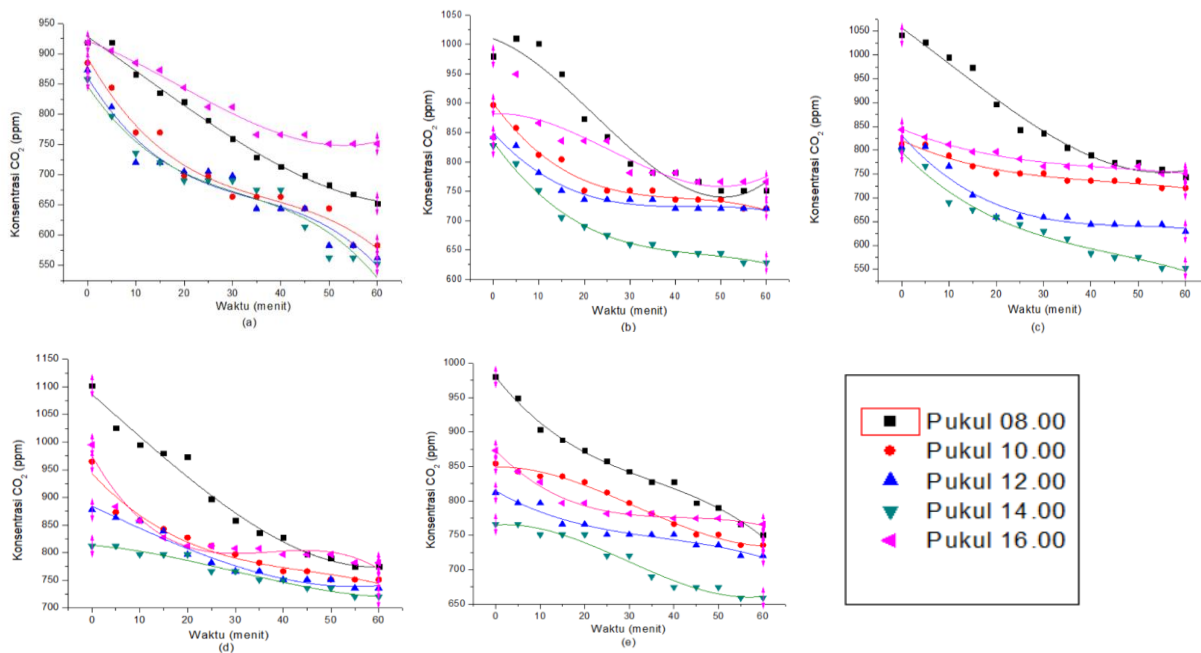
Gambar 5. Response time pemberian CO₂ buatan.

Dari hasil yang didapatkan bahwa variasi waktu pemberian CO₂ mempengaruhi nilai konsentrasi CO₂ yang terukur oleh sensor. Pemberian CO₂ selama 2 detik menunjukkan konsentrasi tertinggi yang terukur sebesar 1500 ppm, pemberian 3 detik sebesar 3000 ppm, pemberian 4 detik dan 5 detik memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 5000 ppm. Untuk kasus pemberian CO₂ selama 4 detik dan 5 detik hal yang menyebabkan konsentrasi CO₂ memiliki nilai yang sama dikarenakan batas maksimum yang mampu dibaca oleh sensor yaitu sebesar 5000 ppm.

Hasil Monitoring Penyerapan Gas Karbon Dioksida Oleh Tumbuhan

Dilakukan pengukuran serapan gas CO₂ oleh tumbuhan menggunakan sensor MH-Z19. Pengukuran menggunakan satu jenis sampel tumbuhan, dengan pengukuran dilakukan pada pukul 08.00, 10.00, 12.00, 14.00 dan 16.00 WITA dalam kurun waktu selama 5 hari. Hasil pengujian sensor MH-Z19 terhadap kadar karbon dioksida pada fotosintesis ditampilkan setiap 5 menit yang telah diatur pada program Arduino. Gambar 6 menunjukkan konsentrasi penyerapan tanaman jambu terhadap gas CO₂ tercatat oleh sistem instrumentasi yang telah dibuat.

Berdasarkan Gambar 6 penyerapan CO₂ pada tumbuhan paling cepat terjadi pada rentang pukul 08.00 WITA hingga 14.00 WITA. Dari pembacaan sensor, didapatkan bahwa konsentrasi CO₂ maksimum pukul 08.00 WITA dan pukul 16.00 WITA yaitu berturut hari pertama (918,87 ppm dan 918,87 ppm), hari kedua (1010,51 ppm dan 949,41 ppm) , hari ketiga (1041,56 ppm dan 842,95 ppm), hari ke empat (1102,15 ppm dan 995,32 ppm) dan hari ke lima (979,96 ppm dan 873,04 ppm).



Gambar 6. Penyerapan CO₂ pada tanaman jambu (a) hari ke-1, (b) hari ke-2 dan (c) hari ke-3, (d) hari ke-4, (e) hari ke-5

Dari kelima grafik diatas didapatkan penyerapan CO₂ oleh tumbuhan jambu paling cepat terjadi pada pukul 08.00 WITA hingga pukul 14.00 WITA di tandai dengan perubahan konsentrasi CO₂ yang tercatat sangat cepat. Pada hari pertama perubahan paling cepat terjadi pada pukul 12.00 WITA yaitu dari 873,04 ppm menjadi 562,26 ppm. Pada hari kedua perubahan terjadi pada pukul 08.00 WITA dimana perubahan terjadi dari 979,96 ppm menjadi 750,86 ppm.

Kemudian pada hari ketiga terjadi pada pukul 08.00 WITA yaitu dari 1041,56 ppm menjadi 743,94 ppm. Selanjutnya hari keempat perubahan konsentrasi CO₂ terjadi pada pukul 08.00 WITA dari 1102,15 ppm menjadi 774,49 ppm. Hari terakhir yaitu hari kelima perubahan paling cepat terjadi pada pukul 08.00 WITA dimana perubahan terjadi dari 979,96 ppm menjadi 750,86 ppm. Hal ini membuktikan bahwa penyerapan optimal terjadi pada jam 08.00 hingga jam 10.00 siang hari[13]. Sistem yang telah dibuat memiliki presisi pengukuran selama lima hari rata-rata diatas 80 %. Kepresisian dari suatu sistem pengukuran diartikan sejauh mana pengulangan pengukuran dalam kondisi yang tidak berubah mendapatkan hasil yang sama[14]. Tabel 1 menunjukkan hasil presisi dari waktu pengukuran yang berbeda-beda.

Tabel 1. Presisi pengukuran serapan CO₂ pada waktu yang berbeda

Hari ke-	Presisi (%)				
	08.00 WITA	10.00 WITA	12.00 WITA	14.00 WITA	16.00 WITA
1	88,03	86,81	86,93	86,63	92,28
2	87,99	92,83	94,45	90,60	93,30
3	87,54	95,87	90,65	87,83	96,72
4	87,81	92,29	93,50	95,62	92,97
5	91,96	94,57	96,17	94,15	95,88
Rata-rata	88,67	92,47	92,34	90,97	94,14

Pengukuran untuk waktu yang berbeda memiliki presisi yang cukup tinggi (Tabel 1). Presisi tertinggi di dapat pada pukul 16.00 WITA dengan rata-rata mencapai 94,14 % sedangkan untuk presisi terendah di dapat pada pukul 08.00 WITA dengan rata-rata mencapai 88,67 %. Tetapi nilai presisi yang telah di dapat cukup tinggi belum mampu sebagai acuan alat 100 % mengukur konsentrasi CO₂ yang tepat. Hal ini dikarenakan belum dilakukannya proses kalibrasi untuk sensor MH-Z19 sehingga untuk akurasi dari pembacaan oleh sensor belum diketahui. Akurasi dalam pengukuran merupakan tingkat kedekatan pengukuran kuantitas terhadap nilai yang sebenarnya[15].

Kesimpulan

Alat merespon dengan baik saat dilakukan pengukuran serapan CO₂ yang ditandai dengan terjadinya penurunan konsentrasi CO₂ selama waktu pengukuran. Penyerapan CO₂ tertinggi terukur pada pukul 14.00 WITA yang mencapai 500 ppm dan penyerapan terendah terukur pada pukul 16.00 WITA sebesar 700 ppm dengan tingkat presisi yang terukur cukup tinggi rata-rata diatas 80 % untuk pengukuran kurun waktu selama 5 hari. Presisi tertinggi terukur pada pukul 16.00 WITA yang mencapai 94,14 % sedangkan presisi terendah terukur pada pukul 08.00 WITA sebesar 88,67 %.

Daftar Pustaka

- [1] Whorf, T.P., Keeling, C. D. (2005). *Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.* Period of record: 1958-2004.
- [2] Hidayati, Nuril. (2013). Variasi Serapan Karbondioksida (CO₂) Jenis-Jenis Pohon di "Ecopark", Cibinong dan Kaitannya Dengan Potensi Mitigasi Gas Rumah Kaca. Pusat Penelitian Biologi LIPI.
- [3] Campbell, N.A., Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B. (2016). *Campbell Biology*. 9th Edition. New York: Pearson.
- [4] Purwaningsih Sri. (2007). Kemampuan Serapan Karbondioksida Pada Tanaman Hutan Kota di Kebun Raya Bogor. SKRIPSI. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [5] Andrews, N. R. (2008). The effect and interaction of enhanced nitrogen deposition and reduced light on the growth of woodland ground flora. Hzn.
- [6] Muhtarudin, Irfan. (2019). Pengukuran Kadar Karbondioksida (CO₂) Pada Tanaman Hidroponik. Malang : Institut Teknologi Nasional.
- [7] Gibson, D. R., McGregor, C. (2011). Self Powered Non-Dispersive Infra-Red CO₂ Gas Sensor. *Journal of Physics-Conference Series* 307, 012057.
- [8] Sugiharto. (2019). Pembuatan Sistem Data Logger Konsentrasi Relatif Karbon Dioksida Dalam Ruangan Berbasis Sensor Gas TGS 4161. SKRIPSI, Peminatan Fisika Instrumentasi Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- [9] Lapshina, P. D. (2019). *Development of an Arduino-based CO₂ Monitoring Device*. Department of Electronic Systems Saint-Petersburg Mining University St. Petersburg Russia.
- [10] Ilham, Muhammad (2019). Aplikasi Sensor DS18B20 Dan Sensor Salinitas Untuk Mengidentifikasi Suhu Dan Salinitas Air Laut pada Lokasi Budidaya Rumput Laut. SKRIPSI, Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mataram.
- [11] Winsen. (2019). Infrared CO₂ Sensor Module (Model: MH-Z19B) User's Manual. China: Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd.
- [12] CO₂ measurment, stuffy air alert. (28 January). Elektor, 16-22.

- [13] Mansur, M. (2012). Laju Penyerapan CO₂ Pada Kantong Semar (*nepenthes gymnamphora nees*) di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak, Jawa Barat. Jurnal Teknologi Lingkungan. Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong.
- [14] John Robert Taylor (1999). *An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties in Physical Measurements*, University Science Books. pp. 128-129. ISBN 0-935702-75-X.
- [15] CGM 200: *International vocabulary of metrology-Basic and general concepts and associated terms (VIM)*, 2008.