

Sensor Gas MQ-136 (*Mîngân Qî Lai-136*) Sebagai Pendeksi Gas Hidrogen Sulfida pada Limbah Kangkung Darat (*Ipomoea reptans Poir*)

Rahmiani Gani¹, Firma Nurul Aisyah¹, Asri Saleh¹, and Iin Novianty¹

¹Departemen of Chemistry Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Makassar, Gowa, 92118, Indonesia

Corresponding author: Rahmiani Gani (e-mail: rahmiani.gani@uin-alauddin.ac.id).

Submitted: 20 Mei 2025 | Accept : 2 Juni 2025 | Published : 5 Agustus 2025

ABSTRAK: Hidrogen sulfida (H_2S) adalah gas beracun yang dihasilkan selama dekomposisi anaerobik bahan organik yang mengandung sulfur, seperti kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*). Karena efeknya yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan, pemantauan emisi H_2S yang efisien sangat penting, terutama dalam pengelolaan limbah pertanian. Studi ini menyelidiki kinerja sensor gas MQ-136 (*Mîngân Qî Lai-136*) dalam mendekripsi H_2S yang dilepaskan selama dekomposisi limbah kangkung darat. Deteksi MQ-136 meliputi kadar gas hidrogen sulfida yang terdapat dalam limbah kangkung darat serta nilai pH dan suhu pada variasi massa limbah dan air yaitu 100g:100g, 150g:200g, 200g:300g. Sensor MQ-136 dipilih karena sensitivitasnya terhadap konsentrasi H_2S yang rendah dan kesesuaian untuk pemantauan waktu nyata. pH limbah kangkung dalam menghasilkan biogas menurun pada awal proses fermentasi dan semakin meningkat seiring dengan waktu fermentasi. Suhu yang dihasilkan yaitu 28°C untuk setiap perbandingan konsentrasi limbah dan air. Kadar gas H_2S yang paling tinggi dihasilkan kangkung pada hari ke 14 yaitu 4,23 ppm. Kadar gas H_2S yang paling rendah dihasilkan kangkung pada hari ke 21 yaitu 0,21 ppm. Data eksperimen menunjukkan kemampuan sensor untuk secara akurat mendekripsi berbagai konsentrasi H_2S dalam kondisi dekomposisi yang terkendali.

Kata Kunci : Hidrogen Sulfida, Kangkung Darat, Sensor MQ-136

ABSTRACT: Hydrogen sulfide (H_2S) is a toxic gas produced during anaerobic decomposition of sulfur-containing organic matter, such as kangkung (*Ipomoea reptans Poir*). Due to its harmful effects on human health and the environment, efficient monitoring of H_2S emissions is essential, especially in agricultural waste management. This study investigated the performance of the MQ-136 (*Mîngân Qî Lai-136*) gas sensor in detecting H_2S released during the decomposition of kangkong waste. The detection of MQ-136 includes the levels of H_2S gas contained in kangkong waste as well as the pH and temperature values at various waste and water masses, namely 100g:100g, 150g:200g, 200g:300g. The MQ-136 sensor was selected because of its sensitivity to low H_2S concentrations and its suitability for real-time monitoring. The pH of kangkong waste in producing biogas decreased at the beginning of the fermentation process and increased along with the fermentation time. The resulting temperature is 28°C for each comparison of waste and water concentration. The highest level of H_2S gas was produced by kangkong on the 14th day, which was 4.23 ppm. The lowest level of H_2S gas was produced by kangkong on the 21st day, which was 0.21 ppm. Experimental data showed the ability of the sensor to accurately detect various concentrations of H_2S under controlled decomposition conditions.

Keywords : Hydrogen Sulfide, Kangkong, MQ-136 sensor

I. PENDAHULUAN

Pelepasan gas beracun ke lingkungan akibat aktivitas manusia telah menjadi masalah global. Gas seperti sulfur dioksida (SO_2), nitrogen oksida (NO_x), dan hidrogen sulfida (H_2S) merupakan kontributor utama polusi udara. Gas-gas ini umumnya dilepaskan dari proses industri, limbah pertanian, dan penguraian limbah. Tidak hanya membahayakan kesehatan

manusia dengan menyebabkan masalah pernapasan dan penyakit lainnya, gas-gas ini juga berkontribusi terhadap degradasi lingkungan, seperti hujan asam dan penipisan lapisan ozon (Manisalidis dkk., 2020).

Pembakaran limbah, khususnya, merupakan sumber utama polusi udara, yang melepaskan gas dan partikel berbahaya ke atmosfer. Limbah sayuran seperti kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) dapat menghasilkan hidrogen sulfida (H_2S) melalui proses dekomposisi anaerobik. Dalam lingkungan anaerob seperti tempat pembuangan sampah, sulfur dalam limbah sayuran akan direduksi menjadi H_2S oleh bakteri yang menggunakan sulfat sebagai akseptor elektron dalam proses pernapasan mereka (Kennes, 2023). Kangkung darat merupakan sayuran yang dikenal semua kalangan. Hal ini mendukung penumpukan limbah sisa kangkung di tempat pembuangan akhir yang menjadi sumber penghasil gas H_2S .

Hidrogen sulfida berbau seperti telur busuk dan dapat menjadi sangat beracun pada konsentrasi tinggi (Zhu dkk., 2023). Pemantauan H_2S secara langsung sangat penting untuk mencegah paparannya, karena konsentrasi H_2S yang rendah sekalipun dapat menyebabkan masalah pernapasan dan komplikasi kesehatan lainnya. Tantangan muncul karena laju pelepasan H_2S yang cepat dan tidak konsisten selama penguraian dan pengaruh faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan, sehingga menyulitkan deteksi. Situasi ini menuntut perlunya teknologi, seperti nanosensor, untuk pemantauan gas beracun secara *real-time* di lingkungan perkotaan dan industri (Hooshmand dkk., 2023). Sensor gas MQ-136 merupakan alat yang efektif untuk mendeteksi H_2S dalam limbah organik, menyediakan data berkelanjutan dan akurat yang diperlukan untuk mengatasi tantangan ini.

Sensor gas MQ-136, yang juga dikenal sebagai "Mingân QT Lái-136", adalah jenis sensor gas semikonduktor oksida logam yang mampu mendeteksi berbagai macam gas, termasuk hidrogen sulfida. Sensor ini bekerja dengan mengukur perubahan resistansi listrik bahan sensor saat terkena gas target. Sensor dapat memberikan informasi kualitatif dan kuantitatif tentang konsentrasi gas, menjadikannya alat serbaguna untuk memantau dan menganalisis komposisi gas di berbagai lingkungan.

Sensor MQ-136 telah menunjukkan kemampuan sensor untuk mengukur kadar hidrogen sulfida secara akurat dalam berbagai aplikasi, seperti pemantauan kualitas udara, deteksi kebocoran gas, dan pemantauan gas rumah kaca. Penelitian yang menggunakan sistem berbasis Arduino dengan sensor MQ-136 telah dilakukan untuk mendeteksi dan memantau kadar metana, sulfur dioksida, amonia dan hidrogen sulfida dari limbah kotoran (Rusdianto dkk., 2023) serta deteksi gas hidrogen sulfida pada limbah padat kota (Negara dkk., 2024). Studi lain menggunakan sensor MQ-6 untuk mengembangkan sistem peringatan dini untuk kebocoran gas dalam tabung LPG (Tommy, 2022).

Kemajuan terkini dalam teknologi sensor gas, seperti MQ-136, telah menunjukkan harapan dalam menyediakan pemantauan emisi H_2S yang andal dan berkelanjutan dalam pengaturan limbah pertanian. Dengan mengatasi tantangan ini, sistem deteksi yang efektif dapat meningkatkan praktik pengelolaan limbah, mengurangi emisi, dan melindungi kesehatan masyarakat serta lingkungan.

II. METODOLOGI

A. Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop, LCD 16x2, Arduino Uno, relay, erlenmeyer, pipa U, pipa kaca, gelas kimia, sensor MQ-136, toples plastik, kipas, tabel PCB, selang, batang pengaduk, spatula, selotip, kabel dan penutup karet.

Sampel limbah yang digunakan adalah limbah organik dari sayur kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) yang diperoleh dari tempat pembuangan sementara daerah Lingkungan Cambaya, Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Bahan lainnya yaitu akuades (H_2O), Effective Microorganisme (EM4) dan kantong plastik.

B. Persiapan Sampel

Sampel limbah kangkung ditimbang sebanyak 100, 150 dan 200 gram. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam bejana jenis *digester* menggunakan sistem anaerob. Ke dalam tiap bejana diisi air dengan perbandingan massa limbah kangkung dan air 100g:100g, 150g:200g, 200g:300g lalu ditambahkan larutan Effective Microorganisme (EM4) sebanyak 20 mL. Sampel diaduk merata menggunakan spatula lalu ditutup rapat sehingga udara tidak masuk. *Digester* ini dibiarkan selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari dan kadar gas diukur pada sampel dengan menggunakan sensor gas.

C. Deteksi dan Perhitungan Kadar Gas Hidrogen Sulfida dengan Sensor MQ-136

Proses deteksi gas hidrogen sulfida dengan menggunakan sensor MQ-136 dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya (Sanger dkk., 2021) dengan beberapa modifikasi. Kalibrasi alat menggunakan data spesifik mengenai gas hidrogen sulfida untuk menentukan nilai gas hidrogen sulfida yang ada dalam sampel. Data yang diperoleh akan ditampilkan pada monitor serial perangkat lunak Arduino. Data yang diperoleh berupa kadar konsentrasi dalam format part per million (ppm). Setelah mendapat informasi kandungan gas hidrogen sulfida, mikrokontroler secara otomatis mengirimkan perintah untuk menyalakan kipas angin atau menghidupkan baterai kipas.

Sampel limbah air pati yang difermentasi selama 7, 14, dan 21 hari diukur menggunakan sensor dengan tabung mengalir gas yang dipasang pada tutup wadah, kemudian dideteksi dan dibaca oleh sensor. Untuk menghitung dan mendeteksi kandungan gas, sensor diletakkan dekat dengan tabung di dalam wadah sampel sebagai sumber emisi gas. Data kadar gas dan waktu ditampilkan pada layar LCD dan laptop. Pengukuran pH dan suhu dilakukan pada hari pertama fermentasi dan dilanjutkan pada hari terakhir fermentasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

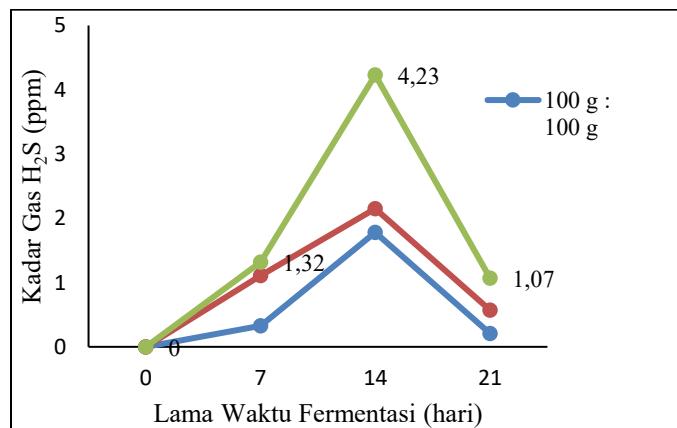
Hasil Resistansi sensor tidak dapat dibaca langsung oleh Arduino Uno sehingga sensor tidak dapat digunakan langsung untuk mendeteksi sampel gas H_2S . Konduksi sinyal diperlukan untuk mengubah atau memodifikasi sinyal gas yang diterima agar mikrokontroler Arduino dapat membaca gas tersebut. Nilai resistansi sensor diubah terlebih dahulu menjadi nilai satuan ppm (part per million) yang dapat dibaca pada LCD (Ajiboye dkk., 2021). Tabel (1) yang juga ditampilkan dalam Gambar (1) menunjukkan data hasil kandungan gas H_2S yang diperoleh menggunakan sensor gas pada sampel limbah kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). Pengamatan dilakukan dengan mengukur kadar H_2S dalam sampel pada hari ke-7, hari ke-14 dan hari ke-21 proses fermentasi.

Berdasarkan grafik, kadar gas H₂S limbah kangkung pada rentan waktu fermentasi, nilai yang paling tinggi diperoleh pada perbandingan limbah dan air 200g : 300g. Kadar gas naik yaitu 1,32 ppm pada hari ke-7 melonjak ke 4,23 ppm pada hari ke-14 dan menurun pada hari ke-21 menjadi 1,07 ppm. Hal ini menandakan bahwa lama waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap produksi gasbio pada limbah sayur. Hari ke-7 dari awal proses fermentasi gasbio mulai akan terbentuk, kemudian hingga hari ke-14 jumlah yang gas hidrogen sulfida yang terbentuk semakin banyak, selanjutnya akan menurun pada hari ke-21. Kadar air akan semakin menurun seiring lama waktu fermentasi. Selama fermentasi, mikroorganisme memecah pati menyebabkan kemampuan sampel menjaga air terikat menurun (Qi dkk., 2023). Akibatnya, semakin banyak substrat yang terurai menjadi gas, sehingga sampel menjadi lebih lunak dan berpori.

Tabel 1. Kadar gas hidrogen sulfida (H₂S) limbah kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir)

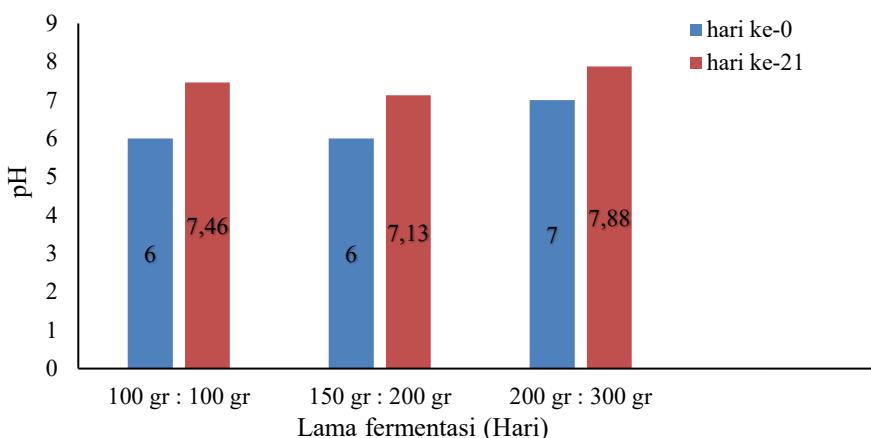
Limbah : Air	Lama Waktu Fermentasi		
	Hari ke-7	Hari ke-14	Hari ke-21
100 gr : 100 gr	0,33 ppm	1,78 ppm	0,21 ppm
150 gr : 200 gr	1,11 ppm	2,15 ppm	0,57 ppm
200 gr : 300 gr	1,32 ppm	4,23 ppm	1,07 ppm

Pembentukan biogas juga bergantung dari kondisi lingkungan fermentasi. pH dan suhu menjadi faktor yang dapat mempengaruhi banyaknya biogas yang terbentuk dari limbah (Dewi dkk., 2019). Biogas terbentuk dari limbah seperti limbah sayuran karena adanya bakteri yang mendegradasi bahan dalam sampel limbah. pH termasuk faktor yang menentukan kerja bakteri, karena mikroorganisme akan sulit tumbuh jika kondisi lingkungan tidak berada pada kisaran pH yang sesuai yang sehingga produksi gas terhambat dan mengakibatkan kematian. Berdasarkan hasil pengukuran pH sampel kangkung pada hari ke-0, umumnya pH antara 6 dan 7. Pada awal pembentukan biogas dihasilkan bakteri yang dapat menghasilkan asam. Nilai pH mengalami penurunan pada awal fermentasi disebabkan karena proses hidrolisis umumnya berlangsung pada suasana asam. Sebaliknya pada hari ke-21 terjadi peningkatan nilai pH. Bakteri yang ada dalam limbah memanfaatkan asam dari limbah sebagai substrat yang meningkatkan nilai pH limbah.



Gambar 1. Kadar gas H₂S limbah kangkung darat berdasarkan waktu fermentasi

Kehadiran mikroorganisme termofilik yang menjadikan asam organik dari limbah sebagai substrat meningkatkan dan menstabilkan pH. Pembentukan biogas pada fase awal melibatkan mikroorganisme mesofilik dalam limbah yang mendegradasi komponen organik dengan memanfaatkan oksigen. Hal ini mengakibatkan pelepasan asam yang mengakibatkan pH menurun. Pada tahap selanjutnya yaitu mikroorganisme termofilik memanfaatkan asam organik sebagai substrat menyebabkan keasaman berkurang dan pH meningkat karena adanya amonia dari komponen yang mengandung nitrogen.



Gambar 2. pH limbah kangkung berdasarkan lama fermentasi

Suhu mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap produksi biogas karena proses pertumbuhan mikroba bergantung dari tinggi rendahnya suhu (Soeprijanto dkk., 2017). Jika suhu lingkungan rendah maka suhu di dalam fermentor juga akan rendah. Produksi gas hidrogen sulfida yang dihasilkan biogas pada proses mesofilik berada pada kisaran suhu 25 °C hingga 35 °C (Wang dkk., 2019). Nilai suhu yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan suhu sebesar 28°C untuk semua perbandingan limbah kangkung dan air.

Tabel 2. Suhu limbah kangkung selama proses fermentasi

Limbah : Air	Hari ke-0	Hari ke-21
100 gr : 100 gr	28 °C	28 °C
150 gr : 200 gr	28 °C	28 °C
200 gr : 300 gr	28 °C	28 °C

Dari hasil yang diperoleh, sensor MQ-136 dapat mendeteksi gas hidrogen sulfida pada konsentrasi yang rendah sehingga dapat diaplikasikan dalam mendeteksi gas H₂S di lingkungan. Dalam upaya mencegah bahaya gas H₂S yang ditimbulkan, perlu adanya deteksi dini secara *real-time* sebelum terakumulasi dalam jumlah besar yang mendatangkan bahaya yang lebih besar. Sensor MQ-136 memberikan respons yang baik dalam mendeteksi konsentrasi H₂S rendah hingga menengah yang umumnya terjadi pada limbah organik dengan kandungan sulfur tinggi. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa MQ-136 dapat digunakan untuk pemantauan H₂S secara efektif dalam sistem pengelolaan limbah organik berbasis pertanian

IV. KESIMPULAN

Deteksi gas hidrogen sulfida (H_2S) pada limbah sayuran seperti kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) dapat dilakukan dengan sensor MQ-136. Kadar gas hidrogen sulfida semakin besar seiring waktu fermentasi dan berada pada nilai paling tinggi pada hari ke 14 yaitu 4,23 ppm kemudian menurun pada hari ke 21 yaitu 0,21 ppm. pH pada awal fermentasi menurun kemudian meningkat sampai hari ke-21. Suhu produksi biogas berada pada rentang $25\text{ }^{\circ}\text{C} - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ yaitu sebesar $28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiboye, A. T., Opadji, J. F., Yusuf, A. O., & Popoola, J. O. (2021). Analytical determination of load resistance value for MQ-series gas sensors: MQ-6 as case study. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 19(2), 575–582. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v19i2.17427>
- Dewi, M. N., Visca, R., & Mustopa, A. (2019). Pengaruh Penambahan EM (Effective Microorganism) Terhadap Produksi Biogas dari Air Limbah Industri Makanan. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 25–38. <https://doi.org/10.31479/jtek.v6i1.3>
- Hooshmand, S., Kassanos, P., Keshavarz, M., Duru, P., Kayalan, C. I., Kale, I., & Bayazit, M. K. (2023). Wearable Nano-Based Gas Sensors for Environmental Monitoring and Encountered Challenges in Optimization. *Sensors*, 23(20). <https://doi.org/10.3390/s23208648>
- Kennes, C. (2023). The grand challenge of water, waste, wastewater and emissions engineering and valorization. *Frontiers in Environmental Engineering*, 2(February), 8–11. <https://doi.org/10.3389/fenv.2023.1149950>
- Manosalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8(February), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Negara, I. G. A., Anakottapary, D. S., Widiantara, I. B. G., Midiani, L. P. I., Nindhia, T. G. T., & Santhiarsa, I. G. N. N. (2024). Integrated microcontroller mq sensors for monitoring biogas: Advancements in methane and hydrogen sulfide detection. *Jurnal Teknosains*, 13(2), 140. <https://doi.org/10.22146/teknosains.91936>
- Qi, X., Zhang, Y., Yu, H., & Xie, J. (2023). Research on the Properties of Polysaccharides, Starch, Protein, Pectin, and Fibre in Food Processing. *Foods*, 12(2), 1–7. <https://doi.org/10.3390/foods12020249>
- Rusdianto, A. S., Amilia, W., & Malik, L. A. P. (2023). Design of an E-Nose Detector for Contaminated Gas in Cow Farming Waste. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, 4(4), 62–69. <https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v4i4.213>
- Sanger, J. B., Sitanayah, L., & Ahmad, I. (2021). A Sensor-based Garbage Gas Detection System. *2021 IEEE 11th Annual Computing and Communication Workshop and Conference, CCWC 2021*, 1347–1353. <https://doi.org/10.1109/CCWC51732.2021.9376147>
- Soeprijanto, S., Suprapto, S., Hari P, D., Puspita, N. F., Pudjiastuti, L., Setiawan, B., Eka T, W., Ferdiansyah, A., H, N., & Anzip, A. (2017). Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi Menggunakan Biodigester di Desa Jumput Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Pengabdian Masyarakat - LPPM ITS*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v1i1.2984>
- Tommy, A. (2022). Implementation of a Gas Leakage Detection System Using the MQ-6 Sensor. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 2(1), 17–21.

<https://doi.org/10.47709/brilliance.v2i1.1536>

Wang, S., Ma, F., Ma, W., Wang, P., Zhao, G., & Lu, X. (2019). Influence of temperature on biogas production efficiency and microbial community in a two-phase anaerobic digestion system. *Water (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/w11010133>

Zhu, Y., Luan, Y., Zhao, Y., Liu, J., Duan, Z., & Ruan, R. (2023). Current Technologies and Uses for Fruit and Vegetable Wastes in a Sustainable System: A Review. *Foods*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/foods12101949>