

RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA SISTEM DETEKSI FORMALIN PADA IKAN MENGGUNAKAN SENSOR MQ-138 BERBASIS ARDUINO

Sri Lestari¹, Mulkan Iskandar Nasution², Nazaruddin Nasution³

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan

e-mail: ¹ sriilestariiii@gmail.com ² mulkaniskandar@uinsu.ac.id,

³ nazaruddin_nst@uinsu.ac.id

Abstract: *This study aims to design and evaluate a formaldehyde detection device for fresh and salted fish based on an Arduino Uno microcontroller using the MQ-138 gas sensor. The research was conducted through hardware design, system programming, sensor calibration, as well as testing and data analysis stages. Testing on fresh fish samples with formaldehyde concentration variations of 1–3% showed sensor readings ranging from 0.090 to 0.120 mg/m³, while the standard measuring instrument indicated values between 0.099 and 0.121 mg/m³, with a maximum deviation of 9.09%. For salted fish samples with the same concentration range, the sensor detected formaldehyde levels of 0.080–0.100 mg/m³, whereas the standard instrument measured 0.081–0.106 mg/m³, with smaller deviations ranging from 1.23% to 5.66%. The results demonstrate that the MQ-138 sensor is capable of detecting formaldehyde levels with reasonably good accuracy compared to the standard instrument. The system, equipped with LED indicators and a buzzer, successfully provides visual and audible alerts when the detected concentration exceeds the predefined threshold limit.*

Keyword: *Formalin Detection; MQ-138 Sensor; Arduino Uno; Fresh Fish; Salted Fish*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji alat pendeteksi kadar formalin pada ikan segar dan ikan asin berbasis mikrokontroler Arduino Uno menggunakan sensor MQ-138. Penelitian dilakukan melalui tahap perancangan perangkat keras, pemrograman sistem, kalibrasi sensor, serta pengujian dan analisis data. Pengujian pada sampel ikan segar dengan variasi konsentrasi formalin 1–3% menunjukkan hasil pembacaan sensor sebesar 0,090–0,120 mg/m³, sedangkan alat standar menunjukkan nilai 0,099–0,121 mg/m³ dengan deviasi maksimum 9,09%. Pada sampel ikan asin dengan konsentrasi yang sama, sensor mendeteksi kadar formalin sebesar 0,080–0,100 mg/m³, sedangkan alat standar 0,081–0,106 mg/m³ dengan deviasi lebih kecil, yaitu 1,23%–5,66%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor MQ-138 mampu mendeteksi kadar formalin dengan tingkat akurasi yang cukup baik dibandingkan alat standar. Sistem yang dilengkapi LED dan buzzer juga berhasil memberikan peringatan visual dan audio ketika kadar melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Kata kunci: Formalin; Sensor MQ-138; Arduino Uno; Ikan Segar; Ikan Asin.

PENDAHULUAN

Formalin atau formaldehida merupakan larutan yang banyak dijumpai dipasaran. Formalin memiliki nama dagang formaldehida dalam air dengan kadar 30-40%. Formalin adalah salah satu zat tambahan yang dilarang dalam makanan. Formalin sangat berbahaya bagi

kesehatan, tidak hanya menimbulkan efek jangka pendek, misalnya mual, muntah, diare dan sebagainya, namun juga menimbulkan efek jangka panjang misalnya luka pada ginjal, paru-paru dan kanker. Sesuai dengan peraturan menteri kesehatan Republik Indonesia No.722/MenKes/Per/IV/88, bahwa makanan yang menggunakan bahan

tambahan yang tidak sesuai dengan ketentuan mempunyai pengaruh langsung terhadap derajat kesehatan manusia.

Nama lain dari formalin adalah *formal*, *paraforin*, *oxomethane*, *oxymethylene*, *formic aldehyde*, *methylene glycol*, *karsan*, *trioxane*, *formoform*, *formalith*, *methanol*, *formaldehyde*, atau *morbicid*. Pada saat ini formalin sering dipergunakan sebagai pengawet makanan secara tidak bertanggung jawab (Sukandarrumidi 2018). Dalam atmosfer bumi, *formaldehyde* (formalin) dihasilkan dari aksi cahaya matahari dan oksigen terhadap metana dan hidrokarbon lain yang ada di atmosfer. *Formaldehyde* (formalin) dalam kadar kecil sekali juga dihasilkan sebagai metabolit kebanyakan organisme termasuk manusia (Putera 2023)

Ikan merupakan hewan vertebrata (bertulang belakang) yang berdarah dingin, hidup di air, bergerak dan mempertahankan keseimbangan tubuhnya dengan menggunakan sirip dan bernafas dengan insang, namun selain menggunakan insang ada juga ikan yang memiliki alat pernafasan yang fungsinya sama dengan paru-paru (Junianto 2003) Tingkat kesegaran ikan tentu sangat menentukan peruntukan ikan tersebut untuk proses pengolahan selanjutnya dan sekaligus menentukan nilai jual ikan (Adawiyah 2007) Pengolahan ikan asin saat ini bnyak menggunakan formalin yang akan berakibat fatal bagi kesehatan masyarakat (Suryanti 2017).

Sensor MQ-138

Sensor MQ138 adalah sensor gas semikonduktor yang dirancang untuk mendeteksi berbagai senyawa organik yang mudah menguap VOC (volatile organic compound) seperti toluena, aseton, alkohol, dan formaldehida. Sensor ini bekerja dengan mengubah konduktivitas listriknya saat mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut. (Baskoro, Farid 2020)

LCD (Liquid Cristal Display)

LCD merupakan jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang dapat bekerja dengan

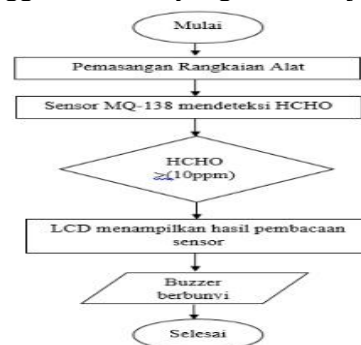
tidak menghasilkan cahaya akan tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit/mentransmisikan cahaya dari backlight. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk huruf, karakter, angka ataupun grafik. Pada modul LCD terdapat mikrokontroller yang digunakan sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroller pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. LCD yang digunakan dalam buku ini adalah display LCD 20x4 yang mempunyai lebar display 4 baris dan 20 kolom atau biasa disebut sebagai LCD karakter 20x4 (Syafri 2023).

Arduino Uno

Arduino Merupakan papan elektronik berbasis mikrokontroller ATmega yang memenuhi sistem minimum mikrokontroller agar dapat bekerja secara mandiri (standalone controller) komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh Atmel corporation Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke board Arduino .

METODE

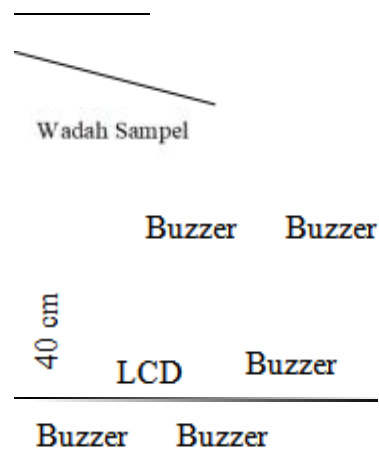
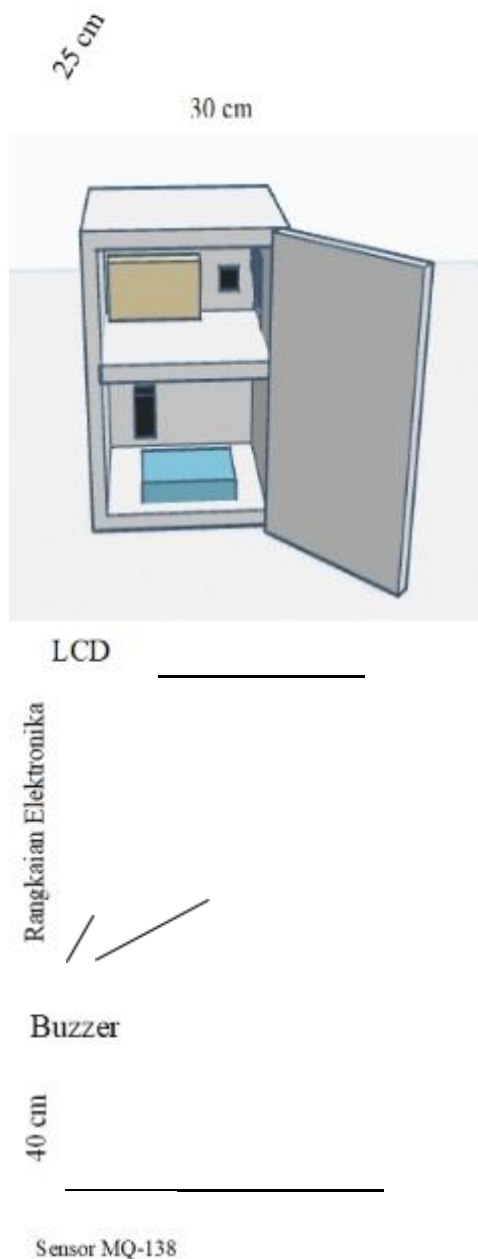
Metode penelitian yang di gunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang di lakukan dengan menggunakan beberapa tahapan yaitu, tahap rancang bangun alat, tahap pengujian alat dan pengambilan data menggunakan alat yang telah di uji.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Proses awal dalam penelitian ini dimulai dengan merancang perangkat kerasnya. Setelah itu membuat desain alat penelitian dengan bentuk balok yang dibagi menjadi dua ruang. Pada bagian atas alat untuk tempat rancangan perangkat keras dan pada bagian bawahnya digunakan untuk meletakkan sampel yang akan di deteksi oleh sensor MQ-138. Penelitian ini menggunakan ikan asin gembung dan ikan segar gembung.

Desain Rancangan Alat



Gambar 2 Desain Rancangan Alat

Penelitian ini memiliki rancangan menggunakan bahan akrilik dengan panjang 30 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 40 cm sebagai wadah penelitian untuk mendeteksi formalin pada ikan asin dan ikan segar menggunakan sensor MQ-138. Material akrilik yang transparan memungkinkan visualisasi langsung terhadap proses penelitian, Sensor MQ-138 yang digunakan berfungsi secara sensitif untuk mendeteksi adanya kandungan formalin, yang sering digunakan sebagai pengawet ilegal pada ikan asin dan ikan segar. Rancangan yang tertutup dan aman, meminimalkan kontaminasi eksternal selama proses pengujian, serta memastikan bahwa hasil yang diperoleh tetap akurat dan valid. Dengan konstruksi yang kokoh, lemari akrilik ini juga mudah dibersihkan, sehingga mendukung penggunaan jangka panjang dalam berbagai penelitian ilmiah terkait keamanan pangan, terutama dalam deteksi formalin pada ikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor MQ-138

Pengujian sensor MQ-138 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi konsentrasi gas *formaldehida* (HCHO) serta memastikan sensor bekerja sesuai dengan karakteristik yang tercantum pada lembar data

(datasheet). Tahapan pengujian meliputi proses pemanasan awal (*preheating*) selama 48 jam, pembacaan nilai tegangan keluaran sensor atau ADC, konversi nilai analog menjadi konsentrasi gas dalam satuan ppm (*part per million*), serta analisis kestabilan dan kepekaan sensor terhadap perubahan kadar gas.

Selama proses pengujian, sensor ditempatkan di dalam ruang uji yang memiliki kondisi lingkungan terkontrol, meliputi suhu dan kelembapan yang relatif konstan. Data hasil pembacaan sensor kemudian dibandingkan dengan nilai referensi atau alat ukur pembanding untuk memperoleh tingkat akurasi sensor. Pengujian ini juga bertujuan untuk menentukan nilai ambang (*threshold*) yang digunakan dalam sistem deteksi otomatis, sehingga sistem mampu memberikan respon yang sesuai ketika kadar gas formaldehida melebihi batas aman.

Pengujian sensor MQ-138 dengan beberapa sampel ikan segar dan asin

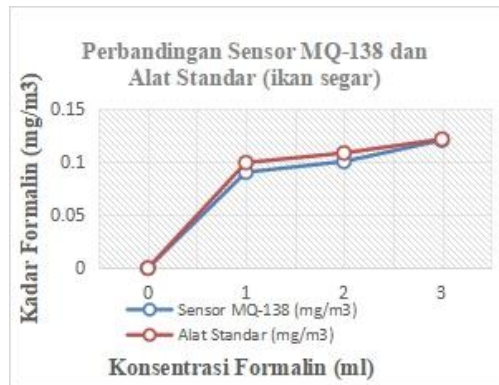
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor MQ-138 dalam mendeteksi perbedaan kadar gas formaldehida (HCHO) yang dihasilkan oleh beberapa sampel ikan segar dan ikan asin. Setiap sampel diletakkan dalam wadah tertutup, kemudian sensor ditempatkan pada jarak tertentu dari permukaan ikan untuk mendeteksi konsentrasi gas yang menguap. Proses pengambilan data dilakukan setelah sensor mencapai kondisi stabil, dengan membaca nilai ADC, resistansi sensor (R_s), serta menghitung konsentrasi gas formaldehida dalam satuan ppm atau mg/m^3 . Hasil pembacaan sensor dibandingkan untuk mengetahui perbedaan kadar formaldehida antara kedua jenis sampel. Nilai konsentrasi gas yang lebih tinggi menunjukkan adanya kemungkinan penggunaan bahan pengawet formalin pada ikan asin dan ikan segar. Nilai hasil pengujian sensor MQ-138 untuk mendeteksi kadar ppm pada ikan segar dan ikan asin disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Pengujian sensor MQ-138 dan alat standar untuk mendeteksi kadar pada ikan segar dan ikan asin

No.	Jenis Sampel	Konsentrasi Larutan (ml)	Sensor MQ-138 (mg/m^3)	Alat Standar (mg/m^3)	Deviasi (%)
1	Sampel A ikan segar	0	0	0	0
2	Sampel B ikan segar	1	0,090	0,099	9,09
3	Sampel C ikan segar	2	0,100	0,108	7,4
4	Sampel D ikan segar	3	0,120	0,121	0,83
5	Sampel A ikan asin	0	0	0	0
6	Sampel B ikan asin	1	0,080	0,081	1,23
7	Sampel C ikan asin	2	0,090	0,094	4,25
8	Sampel D ikan asin	3	0,100	0,106	5,66

Pengukuran kadar formalin pada sampel ikan segar dan ikan asin menggunakan sensor MQ-138 menunjukkan adanya kesesuaian yang cukup baik dibandingkan dengan alat standar. Pada sampel ikan segar dengan konsentrasi larutan formalin 0%, kedua alat menunjukkan nilai 0 mg/m^3 . Ketika konsentrasi dinaikkan menjadi 1–3%, pembacaan sensor meningkat dari 0,090 hingga 0,120 mg/m^3 , dengan deviasi antara 0,83% hingga 9,09%. Untuk sampel ikan asin, nilai kadar formalin pada konsentrasi 0% juga tercatat 0 mg/m^3 . Pada konsentrasi 1–3%, sensor mencatat nilai antara 0,080 hingga 0,100 mg/m^3 , dengan deviasi relatif lebih kecil, yaitu 1,23% hingga 5,66%.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa sensor MQ-138 dapat mendeteksi kadar formalin dengan cukup akurat, terutama pada sampel ikan asin yang memiliki deviasi pembacaan lebih rendah dibandingkan sampel ikan segar. Deviasi yang lebih kecil pada ikan asin disebabkan oleh kadar air yang rendah sehingga pelepasan formaldehyde lebih stabil, serta struktur jaringan yang lebih kaku dan mengandung garam sehingga penyerapan serta penguapan formalin menjadi lebih merata. Selain itu, ikan asin tidak menghasilkan banyak gas biologis seperti amonia dan VOC yang umumnya terdapat pada ikan segar, sehingga pembacaan sensor menjadi lebih konsisten.



Gambar 3 Grafik Perbandingan Kadar Sensor vs Alat Standar Ikan Segar



Gambar 4 Grafik Perbandingan Kadar Sensor vs Alat Standar Ikan Asin

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan alat dan pengujian yang dilakukan pada alat pendeteksi formalin ikan asin dan ikan segar yaitu:

1. Sistem kerja alat pendeteksi formalin ikan asin dan ikan segar menggunakan sensor MQ-138 berbasis mikrokontroler Arduino mampu dirancang dengan memanfaatkan sensor gas MQ-138 sebagai pendeteksi utama, mikrokontroler Arduino sebagai pengolahan data, LCD sebagai media tampilan data, serta LED dan buzzer sebagai tanda peringatan.
2. Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat deteksi formalin menggunakan sensor MQ-138 berbasis mikrokontroler Arduino mampu

mendeteksi formalin dalam bentuk gas. Hasil pengujian menunjukkan nilai kadar yang diperoleh untuk ikan segar berada pada rentang (**0,090–0,120 mg/m³**), mendekati hasil pengukuran alat standar (**0,099–0,121 mg/m³**) dan deviasi maksimum **9,09%**. Sementara itu, pada sampel ikan asin (**0,080-0100 mg/m³**), yang juga menunjukkan kesesuaian dengan alat standar (**0,081–0,106 mg/m³**) dan deviasi serupa sebesar **0–5,66%**. Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa pembacaan sensor memiliki tingkat akurasi yang baik dibandingkan dengan alat standar, dengan variasi deviasi yang relatif kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. 2007. "Pengolahan dan Pengawetan Ikan". Bumi Aksara. Jakarta. 2007. *No Title*.
- Baskoro, Farid, et al. R. JEECOM. 2020. "Rancang Bangun Pendeteksi Formalin Dan Rhodamin B Berbasis Arduino." Vol. 2, No.
- Junianto. 2003. "Teknik Panganan Ikan Penebar Swadaya." *Teknik Panganan Ikan Penebar Swadaya. J* (Jakarta).
- Putera, Dwi Bagus Rendy Astid Bayfa. 2023. *Kimia Dalam Rumah Tangga*.
- Sukandarrumidi. 2018. "No Title." *Geologi Medis Pengantar Pemanfaatan Sumber Daya Geologi Dalam Usaha Menuju Hidup Sehat* (Gadjah Mada University Press. 113-114).
- Suryanti, Putut Har Riyadi dan Churun A'in. 2017. "No Title." *Performa Ikan 'Si Dulang' (Ikan Asin Khas Kedung Malang Jepara) Pasca Penerapan Rak Pengereng Ikan Pehi_Ling Suryanti* 19.
- Syafri, Tesa Ananda dkk. 2023. "At Pendeteksi Kualitas Ikan Dan Daging Sapi Berbasis Mikrokontroler." Al Penerbi.