

Analisis Sensitivitas Sensor GY-ML8511 dalam Deteksi Formalin

M. Farhan Ramadhan, Meqorry Yusfi, Harmadi*,
Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Departemen
Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limua Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 13 Juni 2024
Direvisi: 23 Juli 2024
Diterima: 30 Agustus 2024

Kata kunci:

Formalin
Internet of things
optik
portabel
Sensor UV GY ML8511

Keywords:

Formalin
Internet of things
optic
portable
UV GY-ML8511 sensor

Penulis Korespondensi:

Harmadi
Email: harmadi@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Keamanan pangan merupakan aspek krusial dalam memenuhi kebutuhan nutrisi masyarakat. Formalin, bahan pengawet yang berbahaya, sering kali digunakan secara ilegal untuk memperpanjang masa simpan bahan makanan, menimbulkan risiko serius bagi kesehatan konsumen. Penelitian ini mengembangkan teknologi portabel untuk deteksi cepat formalin dalam bahan makanan. Metode yang digunakan memanfaatkan interaksi antara cahaya UV dan konsentrasi formalin dalam sampel yang diberi pereaksi Schiff memungkinkan pengukuran serapan UV yang sebanding dengan konsentrasi formalin. Reagen Schiff bereaksi dengan formalin menghasilkan senyawa berwarna yang serapannya diukur untuk mendeteksi dan mengukur formalin dalam sampel. Sistem optik yang dirancang berfokus pada pengukuran intensitas cahaya dari sumber LED UV, yang kemudian ditransmisikan melalui sampel. Intensitas cahaya yang berhasil ditransmisikan dikonversi menjadi sinyal listrik oleh sensor GY-ML8511, yang kemudian diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk menampilkan konsentrasi formalin pada layar LCD. Penelitian ini juga menganalisis sensor GY-ML8511 untuk mengevaluasi kinerja dan keandalannya dalam mendeteksi formalin, dengan tujuan akhir untuk meningkatkan keamanan pangan melalui teknologi deteksi yang inovatif. Hasil dari penelitian ini, sistem dapat menentukan konsentrasi formalin pada sampel dengan memiliki respons yang signifikan terhadap konsentrasi formalin dengan nilai $R^2 = 0,8622$

Food safety is a crucial aspect in meeting people's nutritional needs. Formalin, a dangerous preservative, is often used illegally to extend the shelf life of foodstuffs, posing serious risks to consumer health. This research develops a portable technology for rapid detection of formaldehyde in foodstuffs. The method utilizes the interaction between UV light and the concentration of formaldehyde in a sample treated with Schiff reagent, enabling the measurement of UV uptake proportional to formaldehyde concentration. The Schiff reagent reacts with formalin to produce a colored compound whose absorbance is measured to detect and quantify formalin in the sample. The designed optical system focuses on measuring the intensity of light from a UV LED source, which is then transmitted through the sample. The successfully transmitted light intensity is converted into an electrical signal by the GY-ML8511 sensor, which is then processed by the NodeMCU ESP8266 to display the concentration of formalin on the LCD screen. This research also analyzes the sensitivity and selectivity of the GY-ML8511 sensor to evaluate its performance and reliability in detecting formaldehyde, with the ultimate goal of improving food safety through innovative detection technologies, such as the use of biosensors and advanced spectroscopy. This technology contributes to existing solutions by enabling rapid and accurate detection at various stages of food production, thereby reducing the risk of contamination and improving compliance with food safety standards

Copyright © 2024 Author(s).

I. PENDAHULUAN

Formalin adalah larutan yang mengandung formaldehida dengan konsentrasi sekitar 37-40%. Dalam larutan ini, formaldehida umumnya hadir dalam bentuk cairan jernih tanpa warna dan memiliki bau tajam yang dapat merangsang selaput lendir di hidung dan tenggorokan. Untuk mencegah polimerisasi formaldehida, biasanya ditambahkan hingga 15% metanol sebagai pengawet (Bachtiar, 2018). Formaldehid, atau yang dikenal sebagai formalin, umumnya merupakan senyawa berbentuk gas pada suhu kamar dengan bau yang sangat menyengat. Senyawa ini secara alami terdapat di lingkungan, termasuk dalam beberapa jenis makanan dan bahkan di dalam tubuh manusia. Dalam kehidupan sehari-hari, formalin sering digunakan sebagai bahan pengawet di berbagai industri (London dkk., 2011).

Dalam industri, formalin digunakan dalam pembuatan pupuk, bahan fotografi, kosmetik, pencegahan korosi, perekat kayu lapis, bahan pembersih, insektisida, pewarna, serta cermin dan kaca. Formalin juga sering digunakan sebagai bahan pengawet untuk mayat dan sebagai pembunuh kuman di laboratorium (Budianto, 2014). Formalin adalah zat yang sangat reaktif, terutama ketika bersentuhan dengan tubuh manusia, karena formaldehida dalam formalin dapat bereaksi dengan protein dan DNA dalam jaringan tubuh (Sonawane dan Kancherla, 2023; Wang dkk., 2023). Reaksi ini dapat menyebabkan ikatan silang (*cross-linking*) antara protein, yang mengganggu struktur dan fungsi sel, serta menyebabkan iritasi pada kulit, mata, dan saluran pernapasan (La Torre dkk., 2023; Sahu dkk., 2022). Reaksi ini juga dapat memicu peradangan dan, pada paparan jangka panjang, meningkatkan risiko mutasi genetik yang berpotensi menyebabkan kanker (London dkk., 2011).

Mengingat potensi bahaya yang ditimbulkan oleh formalin, terutama dalam penggunaannya pada makanan, deteksi dini dan akurat menjadi sangat penting untuk melindungi kesehatan konsumen. Penggunaan teknologi deteksi yang canggih dalam industri pangan diperlukan untuk memastikan keamanan makanan dari kontaminasi formalin. Salah satu teknologi yang memiliki potensi besar dalam mendeteksi formalin adalah sensor, khususnya sensor GY-ML8511, yang dapat mendeteksi keberadaan formalin melalui pengukuran intensitas sinar UV (Rahman dkk, 2023; Yadav dkk, 2024). Salah satu sensor yang memiliki potensi adalah sensor GY ML8511, yang dikenal sebagai sensor sinar UV dengan kemampuan mendeteksi sinar UV (C. Johnson, 2020). Sensor GY ML8511 merupakan sensor yang mendeteksi intensitas UV dengan rentang panjang gelombang 280-390 nm (Seidle, 2020).

Analisis sensitivitas sensor GY ML8511 mengacu kepada kemampuan sensor untuk mendeteksi setiap perubahan konsentrasi formalin. Penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi mengingat meningkatnya kebutuhan metode praktis, cepat, akurat dan sederhana untuk mendeteksi formalin pada makanan. Dengan memahami kinerja sensor GY ML8511, dapat dikembangkan sebuah sistem pendeteksian formalin yang lebih efisien dan lebih andal untuk meningkatkan keselamatan pangan dan kesehatan masyarakat. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini memanfaatkan sensor GY ML8511 sebagai fotodetektor yang berkaitan dengan pengukuran intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh sampel serta memanfaatkan data spektrum UV yang responsif terhadap formalin dengan tujuan akhir untuk menghasilkan metode deteksi yang lebih efektif dan aman bagi penggunaan di industri makanan.

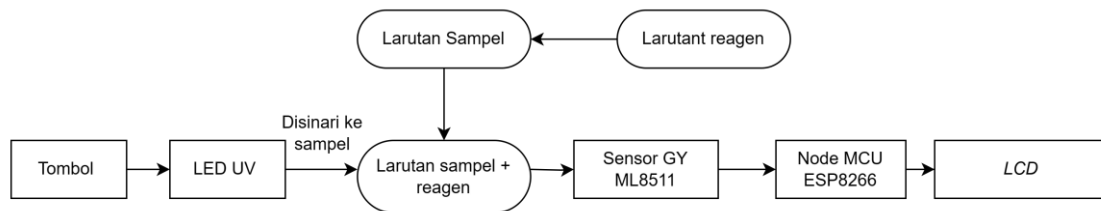
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu Laptop, multimeter, solder. Bahan yang digunakan yaitu NodeMCU ESP8266, sensor GY-ML8511, relai, *button*, LED UV, *power supply* MB102, *jumper*, *breadboard*, formalin dan merck Schiff. ditambahkan

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

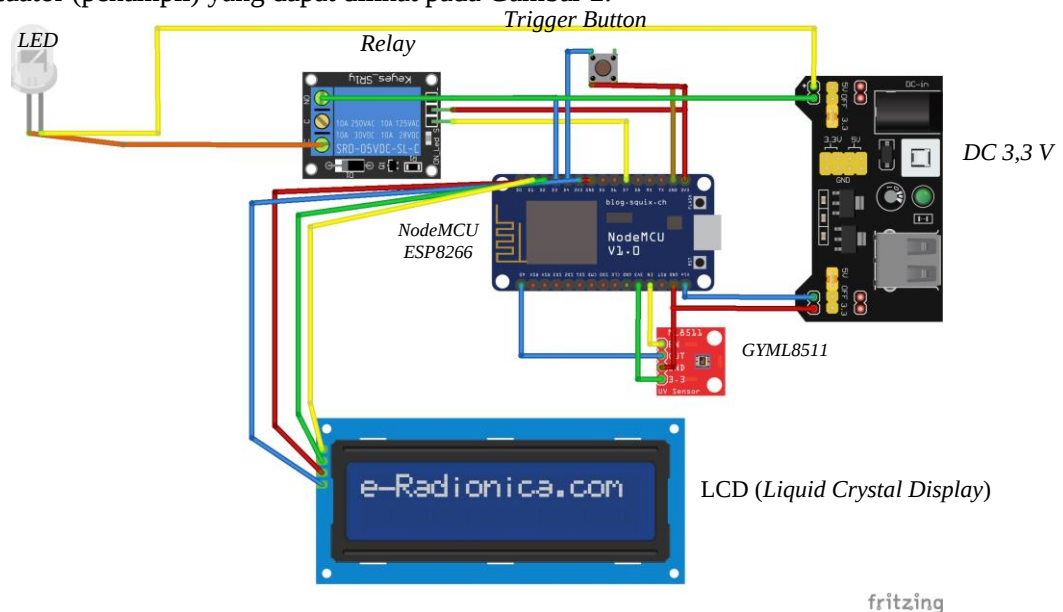
Perancangan diagram blok sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1. Masukan dari sistem berupa intensitas cahaya yang ditransmisikan oleh sampel yang terlebih dahulu dibuat dengan variasi konsentrasi formalin serta ditambahkan larutan pereaksi (*reagen*) untuk melepaskan ikatan formalin pada cairan sampel. Data yang diperoleh adalah hasil pengukuran konsentrasi formalin yang terkandung pada sampel dan nilai absorbansi sampel berdasarkan keluaran sensor.



Gambar 1 Diagram blok sistem

2.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras menjelaskan hubungan setiap alat dan komponen yang bekerja pada sistem. Perangkat keras yang telah dirancang meliputi rangkaian elektronika yang terdiri atas sensor GY ML-8511, NodeMCU ESP8266, LED UV, *trigger button*, dan LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai aktuator (penampil) yang dapat dilihat pada Gambar 2.

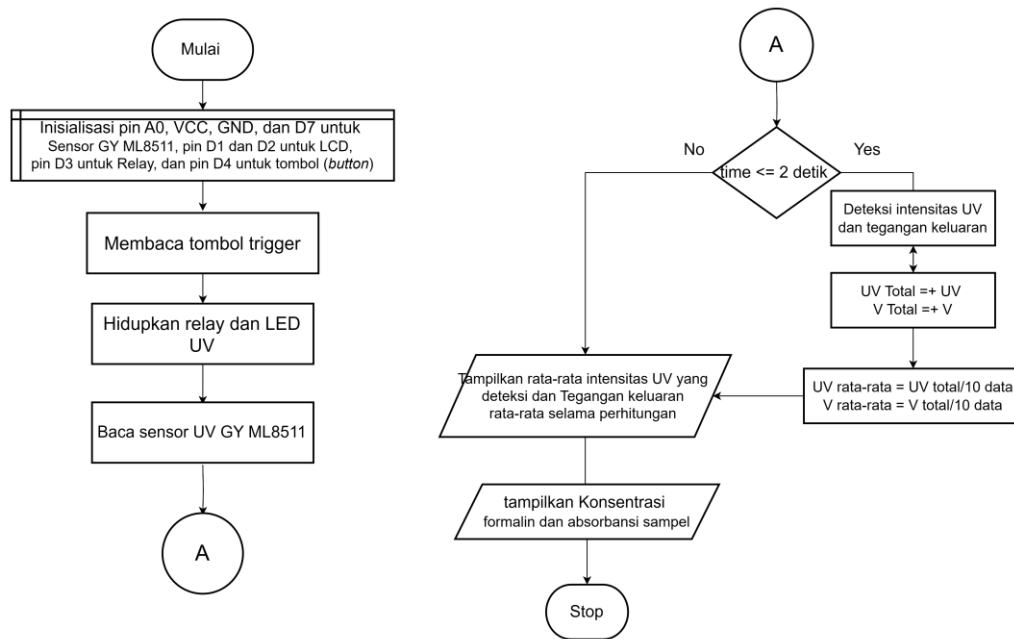


Gambar 2 Rangkaian Sistem Secara Keseluruhan

Sistem ini menggunakan LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai penampil data yang berhasil dideteksi oleh sensor. Data yang ditampilkan berupa tegangan keluaran sensor dan intensitas UV rata-rata sensor yang akan dikarakterisasi nanti.

2.4 Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Perangkat lunak yang dirancang pada sistem terdiri atas sistem pengukuran konsentrasi formalin pada sampel berdasarkan keluaran sensor. Berikut diagram alir perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 3. Perangkat lunak disusun dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Sistem dimulai dengan inisialisasi pin-pin pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266, diikuti dengan pembacaan tombol trigger yang mengaktifkan relai dan menyalakan LED UV. Setelah itu, sensor mendeteksi radiasi UV dari LED UV selama 2 detik, dan sistem menghitung intensitas UV rata-rata yang terdeteksi. Hasil pengukuran ini kemudian ditampilkan pada LCD, termasuk intensitas UV rata-rata dan konsentrasi formalin yang dihitung oleh sistem.



Gambar 3 Diagram Alir Perangkat Lunak Sistem

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Pengujian Relai dan LED UV

Pengujian relai dan LED UV dirancang dengan menghubungkan relai sebagai saklar dengan LED UV dan *button* untuk memberikan kondisi. Relai dapat bekerja dengan baik bersama dengan *button* dalam menyalakan dan mematikan LED UV. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah *LOW* dan *HIGH* pada relai sehingga didapatkan data pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, relai dapat digunakan untuk menyalakan LED UV saat diperintah *LOW* dan mematikannya saat diberia perintah *HIGH*.

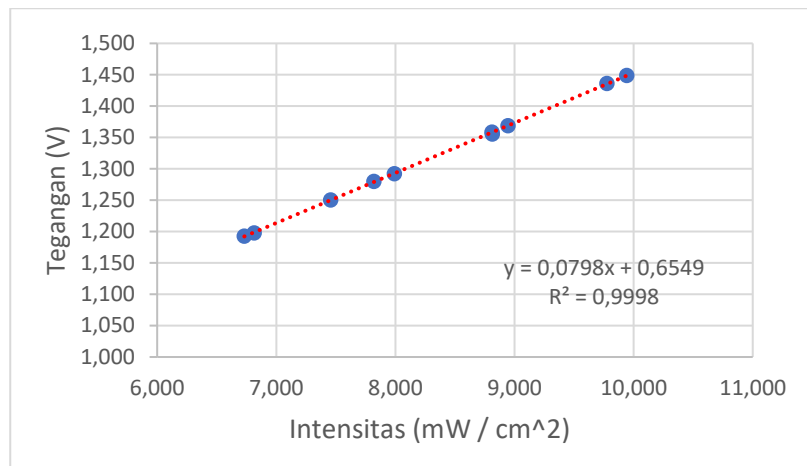
Tabel 1 Hasil Pengujian Relai dan LED UV

Status	Kondisi
<i>LOW</i>	LED=ON, pengukuran dimulai
<i>HIGH</i>	LED=OFF

Pada pengujian ini, relai digunakan dengan logika terbalik, yaitu relai yang aktif pada kondisi *LOW*. Dalam konfigurasi ini, ketika relai menerima perintah *HIGH*, ia akan memutuskan hubungan listrik dari rangkaian, sehingga aliran listrik terputus dan LED UV tidak menyala. Sebaliknya, ketika perintah diatur ke *LOW*, relai akan menghubungkan rangkaian, memungkinkan aliran listrik mengalir dan LED UV menyala. Dengan kata lain, logika terbalik berarti relai berfungsi untuk menyalakan LED UV hanya ketika sinyal yang diterimanya dalam kondisi *LOW*.

3.2 Karakterisasi Sensor GY ML-8511

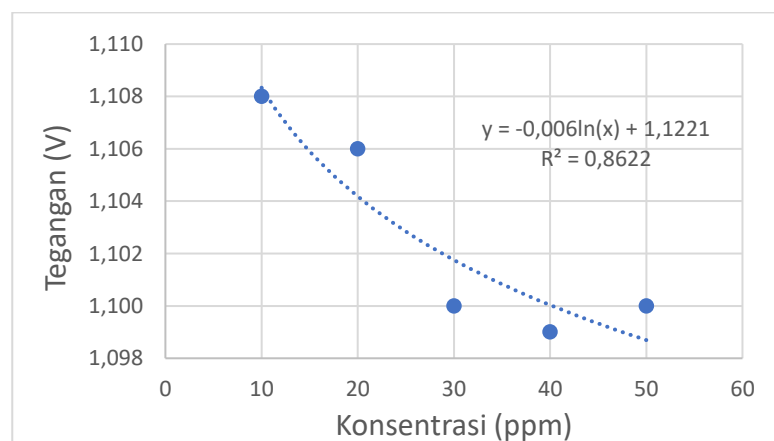
Karakterisasi sensor GY ML8511 dilakukan dengan melihat hubungan antara intensitas UV yang diberikan kepada sensor dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor. Hasil karakterisasi sensor dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan antara Intensitas UV dengan Tegangan Keluaran Sensor

Gambar 4 menunjukkan bahwa antara Intensitas UV dengan Tegangan Keluaran sensor memiliki hubungan linear, dimana semakin besar intensitas UV yang diterima sensor maka akan semakin besar tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor. Hasil karakterisasi memiliki fungsi transfer $y = 0,0798x + 0,6549$, dengan variabel x adalah intensitas UV yang diberikan dan variabel y adalah tegangan keluaran sensor. Angka ini berarti bahwa setiap perubahan sebesar 1 mW/cm² pada intensitas UV yang diterima akan mengubah tegangan keluaran sensor sebesar 0,0798 V. Dalam konteks pengukuran formalin, sensitivitas ini menunjukkan seberapa besar respons tegangan sensor terhadap perubahan intensitas UV yang terdeteksi. Sensitivitas yang lebih tinggi memungkinkan deteksi perubahan kecil dalam intensitas UV yang diinduksi oleh formalin, sehingga meningkatkan akurasi dan kepekaan dalam mendeteksi formalin pada konsentrasi rendah dalam sampel makanan. Ini memungkinkan sistem deteksi formalin untuk memberikan hasil yang lebih tepat dan sensitif terhadap kontaminasi formalin. Karakterisasi kedua sensor GY ML-8511 dilakukan untuk melihat pengaruh perubahan konsentrasi formalin yang terkandung pada sampel terhadap nilai tegangan keluaran sensor.

Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan program sederhana yang ditulis dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Hasil karakterisasi sensor menghasilkan grafik hubungan antara variasi konsentrasi formalin dengan tegangan keluaran seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Hubungan antaran variasi konsentrasi formalin dengan tegangan keluaran sensor GY-ML8511

Gambar 5 menunjukkan hubungan logaritmik antara variasi konsentrasi formalin yang diberikan dengan tegangan keluaran yang diterima oleh sensor. Fungsi transfer yang diperoleh dari data pengukuran adalah $y = -0,006\ln(x) + 1,1221$, dengan variabel y adalah tegangan keluaran sensor dan variabel x merupakan variasi konsentrasi formalin. Fungsi logaritmik ini mencerminkan bahwa sensor lebih sensitif terhadap perubahan konsentrasi formalin pada tingkat rendah. Setiap perubahan konsentrasi formalin sebesar 1 ppm menghasilkan perubahan tegangan sebesar -0,006 V, dengan nilai offset tegangan keluaran 1,1221 V. Koefisien determinansi $R^2 = 0,8622$ menunjukkan model logaritmik cukup cocok untuk data, membantu deteksi formalin dengan sensitivitas yang lebih baik pada konsentrasi rendah dan mengurangi sensitivitas pada konsentrasi tinggi.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan menunjukkan bahwa sensor GY-ML8511 memiliki respons yang signifikan terhadap konsentrasi formalin dengan nilai $R^2 = 0,8622$. Hasil ini mengindikasikan bahwa sensor ini merupakan kandidat yang kuat untuk pendeteksian formalin. Penelitian lebih lanjut akan memperluas pemahaman mengenai kemampuan sensor dalam membedakan formalin dari senyawa lain dan dalam berbagai kondisi aplikasi nyata, sehingga dapat memaksimalkan potensi sensor dalam aplikasi praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, F. (2018). Analisa Boraks dan Formalin Pada Berbagai Olahan Frozen Food di Daerah Mulyosari. Skripsi.
- Budianto, A. (2014). Formalin Dalam Kajian Undang-Undang Kesehatan; Undang-Undang Pangan dan Undang-Undang Perlindungan Konsumen. *Jurnal Legislasi Indonesia*, 8(1), 151–172.
- C. Johnson. (2020). UV Sensors: Technologies and Applications. *Sensors Journal*, 20(4), 1203–1211.
- La Torre, G., Vitello, T., Cocchiara, R. A., dan Della Rocca, C. (2023). Relationship between formaldehyde exposure, respiratory irritant effects and cancers: a review of reviews. *Public Health*, 218, 186–196. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.puhe.2023.03.009>
- London, J., White, G. F., dan Upton, A. C. (2011). Formaldehyde and Cancer Risk. National Cancer Institute, 1–6. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/substances/formaldehyde/formaldehyde-fact-sheet>
- Rahman, M. B., Hussain, M., Kabiraz, M. P., Nordin, N., Siddiqui, S. A., Bhowmik, S., dan Begum, M. (2023). An update on formaldehyde adulteration in food: sources, detection, mechanisms, and risk assessment. *Food Chemistry*, 427, 136761. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136761>
- Sahu, S. S., Naveen, A., Mohanty, M. K., dan Kundu, A. (2022). Accidental formalin poisoning in a child with acute fatal manifestations: A rare case report. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 11(6). https://journals.lww.com/jfmpc/fulltext/2022/06000/accidental_formalin_poisoning_in_a_child_with.166.aspx
- Seidle, N. (2020). ML8511 UV Sensor Hookup Guide. SparkFun. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/ml8511-uv-sensor-hookup-guide/all>
- Sonawane, B., dan Kancharla, J. (2023). Formaldehyde Exposure and Human Health Risks. In *Patty's Toxicology* (hal. 1–27). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/0471125474.tox166>
- Wang, S., Han, Q., Wei, Z., Wang, Y., Deng, L., dan Chen, M. (2023). Formaldehyde causes an increase in blood pressure by activating ACE/AT1R axis. *Toxicology*, 486, 153442. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tox.2023.153442>
- Yadav, A. K., Kumar, V., Dhaka, R. S., dan Dashora, K. (2024). Innovative sensor design for reliable detection of formaldehyde adulteration in milk. *Sensors and Actuators A: Physical*, 373, 115448. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sna.2024.115448>