

---

## Artikel Review: Pengembangan Kemosensor Fluoresensi Berbasis Turunan Piridin untuk Deteksi Formalin dalam Sampel Makanan

Dwi Hermayantiningsih

Universitas Palangka Raya

E-mail: [dwiherma@mipa.upr.ac.id](mailto:dwiherma@mipa.upr.ac.id)

---

### Article History:

Received: 14 Juli 2024

Revised: 27 Juli 2024

Accepted: 30 Juli 2024

**Keywords:** *Formalin, Kemosensor, Senyawa Turunan Piridin*

**Abstract:** *Diperlukan metode deteksi formalin yang mudah dan akurat karena banyaknya kasus ditemukannya kandungan formalin dalam produk pangan olahan yang dijual dipasaran. Konsumsi bahan makanan yang mengandung formalin dalam jangka panjang, dapat merusak hati, ginjal, limpa, pankreas, otak, dan menyebabkan kanker. Salah satu cara pengidentifikasian formalin adalah menggunakan kemosensor yang telah dirancang secara khusus untuk mendeteksi formalin dengan berdasar interaksi antara analit dan molekul sensor. Senyawa turunan piridin memiliki orbital terkonjugasi yang dapat ditambahkan kromofor atau gugus fluorofofor menyebabkan perubahan sinyal optik jika terjadi interaksi dengan substrat. Hasil studi menunjukkan bahwa tiga jenis senyawa turunan piridin yang telah diintesis dapat dijadikan sebagai kemosensor. Kemosensor 4-fenil-2,6-bis (4-aminofenil) piridin (ChP-0), 3,3'-(4-(2-amino-4,5-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP) dan 3'-(4-(3,4-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP-2A) menunjukkan tingkat pendeteksian yang cepat dan efisien untuk formalin. Senyawa ChP-0, ChP, dan ChP-2A dapat mendeteksi formalin dalam sampel dengan sistem deteksi berupa fluoresen dan/atau kolorimetri berwarna biru.*

---

## PENDAHULUAN

Formalin adalah zat kimia berbahaya yang mudah terbakar, memiliki bau menyengat, dan tidak berwarna. Formalin biasanya digunakan untuk mengawetkan mayat serta digunakan sebagai perekat kayu dan disinfektan. Namun, oknum pedagang sering menyalahgunakan formalin untuk mengawetkan makanan. Larangan penggunaan formalin sebagai bahan tambahan makanan ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 33 tahun 2012 tentang bahan tambahan pangan. Makanan yang kontaminasi formaldehida dapat membahayakan kesehatan (Cyntiya Laxmi Haura *et al.*, 2023).

Formalin masih digunakan oleh oknum penjual makanan sebagai bahan tambahan atau bahan pengawet makanan. Banyak makanan yang mengandung formalin ditemukan baik di pasar tradisional maupun supermarket. Formalin ini digunakan untuk mengawetkan makanan agar lebih bertahan lama dan memiliki rasa atau tekstur yang lebih kenyal. Formalin dapat mengawetkan

makanan karena mempunyai gugus aldehida yang bersifat mudah bereaksi dengan protein membentuk senyawa methylene. Pada makanan berformalin, gugus aldehida dari formaldehid akan mengikat unsur protein, dimana pada protein yang terikat tidak dapat dimanfaatkan oleh bakteri pembusuk (Maulida *et al.*, 2021). Produk makanan yang memiliki tekstur dan rasa yang lebih kenyal serta awet ini tentunya lebih menarik bagi para pembeli.

Apabila makanan yang mengandung formalin dikonsumsi dalam jangka panjang, dapat merusak hati, ginjal, limpa, pankreas, otak, dan menyebabkan kanker, terutama kanker hidung dan tenggorokan. Keracunan akut formalin dapat menyebabkan vertigo, mual, dan muntah. Formalin dapat teroksidasi di dalam tubuh membentuk asam format terutama di hati dan sel darah merah. Pemakaian formalin pada makanan dapat mengakibatkan keracunan yaitu rasa sakit perut yang akut disertai muntah-muntah, timbulnya depresi (Wardani & Mulasari, 2016).

Oleh karena dampak yang ditimbulkan formalin berbahaya, perlu adanya pengujian untuk mengetahui formalin terkandung dalam produk pangan olahan yang di jual di pasaran identifikasi secara fisik dengan cara pengamatan seperti dari bau, warna dan tekstur. Salah satu cara pengidentifikasian formalin adalah menggunakan kemosensor yang telah dirancang secara khusus untuk mendeteksi formalin. Kemosensor adalah senyawa kimia yang dapat berfungsi sebagai sensor karena interaksi antara analit dan molekul sensor. Interaksi ini diikuti oleh perubahan warna, atau potensial reduksi. Sensor kimia memiliki dua bagian penting yaitu bagian pengikatan yang digunakan untuk mengikat analit, dan bagian pendeteksi sinyal yang berperan dalam perubahan karakteristik spektroskopi (warna atau fluoresensi) atau elektrokimia. Respon dari perubahan warna dapat diamati secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan spektrofotometer (Hidayah & Purwono, 2023).

## LANDASAN TEORI

### 1. Kemosensor

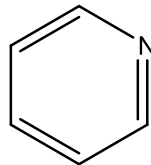
Kemosensor merupakan senyawa kimia yang digunakan sebagai sensor dan bekerja dengan menggunakan sisi sinyal. Senyawa kemosensor memiliki aplikasi yang sangat luas, umumnya digunakan dalam monitoring kerusakan makanan maupun kandungan ion berbahaya seperti sianida dan halogen. Sistem kemosensor adalah interaksi intermolekul dengan suatu analit yang akan menghasilkan stimulan akibat perubahan energi dari tingkat yang lebih rendah ke tingkat yang lebih tinggi atau sebaliknya. Dua komponen utama pada desain kemosensor adalah: *signal-site* (*fluorofore* atau *chromofore*) dan *recognition-site* (reseptor). *Signal-site* berperan sebagai transducer yang mengkonversi informasi (*recognition event*) ke dalam respon optik. Sedangkan *recognition-site* dapat berikatan secara selektif dan efisien dengan analit (Rahmawati *et al.*, 2023).

Sisi *signal site* kemosensor dapat berupa fluorofor ataupun kromofor. Fluorofor adalah molekul yang apabila dieksitasi dengan panjang gelombang cahaya tertentu, akan memancarkan cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang akan ditangkap oleh lensa mikroskop dan ditransformasikan ke dalam gambar yang sesungguhnya. Fluorofor merupakan molekul yang dapat memancarkan cahaya setelah dieksitasi oleh suatu radiasi. Molekul yang bersifat fluorofor memiliki gugus aromatik dan polisiklik aromatik yang memiliki ikatan rangkap (ikatan  $\pi$ ) terkonjugasi. Molekul polisiklik aromatik biasanya bersifat rigid dan tidak mudah terdegradasi akibat radiasi, contohnya adalah fluorescein dan eosin. Fluorofor memiliki peran dalam spektroskopi fluoresensi, yaitu sebuah komponen pada molekul yang menyebabkan molekul tersebut berfluoresensi. Fluorofor mengandung cincin aromatik seperti tirosin, triptofan, dan fluoresen.

Kromofor adalah bagian dari pigmen yang paling sensitif terhadap rangsangan cahaya. Kromofor berfungsi sebagai antena, alat penangkap gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu. Suatu panjang gelombang spektrum tertentu dapat merangsang perubahan struktur molekul kromofor karena molekul itu "terekstisasi". Perubahan struktur ini mengakibatkan pelepasan energi/elektron. Energi atau elektron yang terlepas ini lalu ditangkap oleh sistem pembawa sinyal (*signaling*) yang pada akhirnya memicu dihasilkannya sejumlah enzim bagi suatu proses biokimia tertentu.

## 2. Senyawa Turunan Piridin

Piridin ( $C_5H_5N$ ) adalah sebuah senyawa organik heterosiklik yang berbentuk cincin aromatik sederhana. Senyawa ini dipakai sebagai bahan dasar di industri agrokimia dan farmasi, dan merupakan bahan pelarut dan *reagent* yang penting. Strukturnya mirip dengan benzena, di mana sebuah gugus CH di dalam cincin aromatis yang terdiri dari enam atom diganti dengan nitrogen. Senyawa ini berbentuk cairan tidak berwarna yang berbau aroma khas seperti ikan. Berikut adalah struktur senyawa piridin.

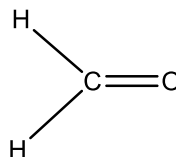


Gambar 1. Struktur Senyawa Piridin

Senyawa turunan piridin menunjukkan berbagai aktivitas seperti antimalaria, antioksidan, antikonvulsan, anestesi, antibakteri dan antiparasit. Sedangkan sebagai senyawa heterosiklik, senyawa turunan piridin memiliki orbital terkonjugasi yang dapat ditambahkan kromofor atau gugus fluorofor menyebabkan perubahan sinyal optik jika terjadi interaksi dengan substrat. Oleh karena itu senyawa turunan piridin dapat dikembangkan sebagai senyawa sensor (Szalai *et al.*, 2017).

## 3. Formalin

Formaldehida ( $H_2CO$ ) atau formalin merupakan larutan yang tidak berwarna dan mempunyai bau sangat menyengat. Berat Molekul Formalin adalah 30,03 dengan Rumus Molekul  $HCOH$ . Karena kecilnya molekul ini memudahkan absorpsi dan distribusinya ke dalam sel tubuh (Wulandari & Nuraini, 2020). Berikut adalah struktur senyawa formalin



Gambar 2. Struktur Formalin

Formalin dapat diproduksi dalam bahan makanan mentah melalui jalur biokimia. Selain itu juga dapat diproduksi dalam makanan olahan yang diproses secara termal melalui degradasi lipid, gula, asam amino, dan vitamin C. Senyawa ini sangat beracun dan dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit, termasuk kanker nasofaring dan leukemia. Selain toksisitasnya yang tinggi, formaldehida juga dapat berfungsi sebagai prekursor penting untuk sintesis racun lainnya (Li *et al.*, 2023).

Formalin umumnya digunakan sebagai pengawet mayat dan hewan penelitian serta di pakai sebagai zat antiseptik untuk membunuh virus, bakteri, dan jamur Pada konsentrasi <1%, formalin digunakan sebagai pengawet untuk berbagai bahan non pangan seperti cairan pencuci piring, pelembut, shampo mobil, lilin dan karpet (Ma'ruf *et al.*, 2017).

## METODE

Penulisan artikel review ini menggunakan metode analisa deskriptif dengan mengumpulkan beberapa jurnal untuk di review. Pengumpulan data dilakukan dengan mengelompokkan jurnal yang membahas tentang penggunaan sensor kimia untuk pendeteksi formalin dalam makanan serta penelitian atau pengembangan sensor kimia yang untuk pendeteksian formalin. Tujuan penulisan artikel review ini adalah untuk memudahkan peneliti dalam menggali latar belakang, memahami pengembangan metode dan hasil penelitian sehingga dapat dijadikan sebagai acuan penelitian terbaru. Kriteria inklusi jurnal yang digunakan dalam penulisan artikel review ini adalah jurnal nasional maupun internasional dengan Batasan waktu terbit 10 tahun terakhir.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

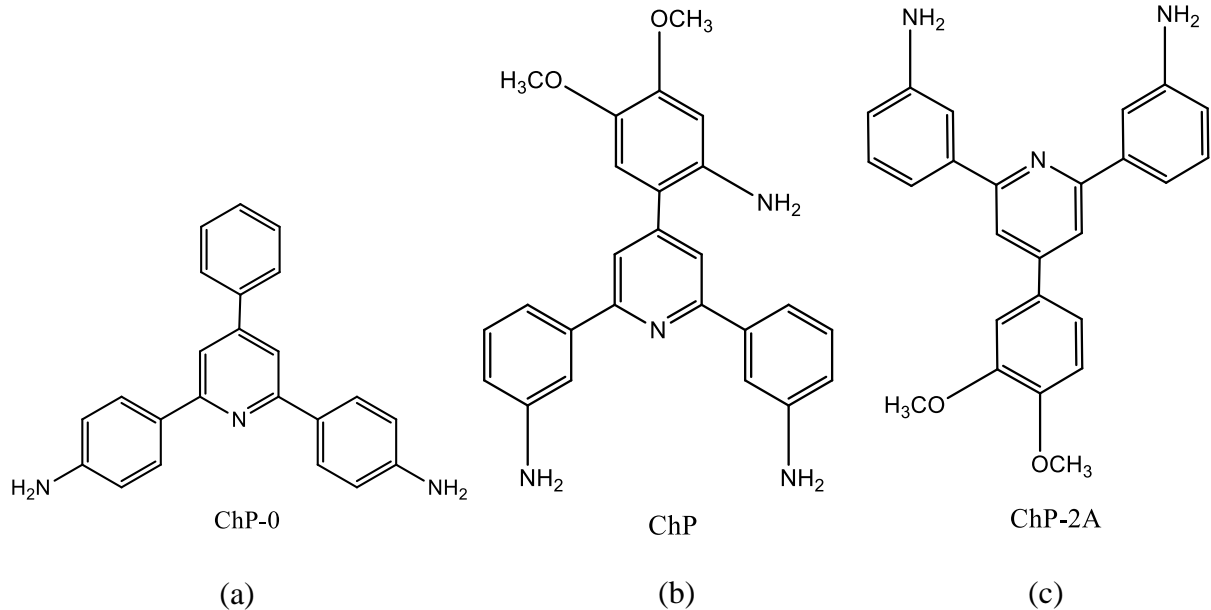
Pengujian formalin dalam sampel makanan dapat dilakukan melalui beberapa cara yang dilakukan di laboratorium. Analisis kualitatif formalin dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain: Uji Asam Kromatropat, Uji Hehner Fulton, uji dengan  $\text{FeCl}_3$ , Uji Fenilhidrazin dan Uji Pereaksi Nash's (Nur *et al.*, 2021). Namun, sebagian besar dari metode ini mahal dan memakan waktu. Kemosensor fluoresensi (fluorosensor) ialah sensor kimia berdasarkan prinsip fluoresensi. Pengembangan senyawa kemosensor mempunyai potensi manfaat yang luas dalam kehidupan karena senyawa ini banyak diaplikasikan dalam keamanan makanan (*food security*), industri dan lingkungan serta kesehatan. Kebutuhan kemosensor dalam bidang ini sangat tinggi. Dalam bidang keamanan makanan digunakan dalam monitoring kerusakan makanan maupun kandungan anion berbahaya seperti sianida dan halogen. Dalam bidang industri dan lingkungan digunakan untuk monitoring proses industri dan dalam bidang Kesehatan digunakan dalam radioimunoterapi dan teknologi fotografi sebagai alat pendeteksi kandungan senyawa/anion dalam tubuh (Nur & Purwono, 2017).

Senyawa-senyawa yang mempunyai sifat dapat berfluoresensi dapat dimanfaatkan untuk pengembangan kemosensor. Senyawa turunan piridin adalah salah satu senyawa yang banyak digunakan sebagai senyawa kemosensor. Senyawa ini dapat mendeteksi anion, kation maupun senyawa netral dengan sistem deteksi dapat berupa fluoresen dan atau kolorimetri (Nur & Purwono, 2017). Beberapa penelitian mengenai sintesis turunan piridin sebagai kemosensor telah dilakukan, hasil penelitian menunjukkan bahwa turunan piridin memberikan hasil positif sebagai kemosensor dengan ditandainya perubahan warna larutan dari tidak berwarna menjadi kuning. Berikut adalah senyawa turunan piridin yang telah diteliti sebagai kemosensor.

**Tabel 1. Sintesis Senyawa Turunan Piridin untuk Kemosensor**

Senyawa Sintesis	Sinyal Warna Fluoresensi	Hasil Penelitian
4-fenil-2,6-bis (4-aminofenil) piridin (ChP-0)	Biru	Sintesis Senyawa 4-Fenil-2,6-Bis (4-Aminofenil) Piridin dan Studi Karakteristik Fluoresensi untuk Pendeteksian Formaldehida (Ovianto <i>et al.</i> , 2017)
3,3'-(4-(2-amino-4,5-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP)	Biru	Sintesis Kemosensor Berbasis Turunan Piridin untuk Deteksi Formaldehida (Hidayah <i>et al.</i> , 2019)

3'-(4-(3,4-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP-2A)	Biru	Kemosensor Fluoresensi <i>Turn-off</i> Berbasis Turunan Piridin untuk Mendeteksi Formaldehida (Hidayah & Purwono, 2023)
--	------	---



**Gambar 3. Senyawa Turunan Piridin Hasil Sintesis (a) ChP-0 (b) ChP (c) ChP-2A**

Secara umum sintesis senyawa piridin dilakukan dengan metode pemanasan menggunakan labu alas bulat yang diatur pada suhu tertentu. Selama proses sintesis dilakukan pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Pada beberapa metode, penambahan katalis juga digunakan untuk mempercepat dan mengefisienkan reaksi yang terjadi.

Senyawa 4-fenil-2,6-bis(4-aminofenil) piridin (ChP-0) disintesis dengan prosedur Tamami dan Yeganeh (2001) yang dimodifikasi. Hasil sintesis dimurnikan dengan metode rekristalisasi menggunakan pelarut etanol, sehingga didapatkan kemosensor padat dengan rendemen yang diperoleh sebesar 68,9% dan memiliki titik leleh antara 199,1-199,4 °C (Ovianto *et al.*, 2017).

Pengujian ChP-0 dilarutkan dalam asetonitril, etanol, *dimethyl sofoxide* (DMSO), asam asetat dan dietil 2 asetat dan menunjukkan penampakan yang tidak berwarna kecuali pada asam asetat yang menunjukkan warna kuning. Larutan uji dibandingkan dengan penambahan formaldehid jenuh dalam pelarut yang sama, menunjukkan bahwa hanya etanol yang dapat memberikan penampakan puncak dengan perbedaan yang dapat diamati sebelum dan sesudah penambahan formaldehid pada daerah tampak.

Hasil pengujian menunjukkan kemosensor ChP-0 menunjukkan tingkat pendeteksian yang cepat dan efisien untuk formalin. Berdasarkan studi, senyawa turunan piridin 4-fenil-2,6-bis(4-aminofenil) piridin (ChP-0) dilaporkan sebagai kemosensor fluoresensi formalin. Sensor menunjukkan pergeseran puncak emisi dari 489 menjadi 442 nm setelah penambahan formalin.

Senyawa turunan piridin 3,3'-(4-(2-amino-4,5-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP) dikembangkan dari veratraldehida yang dimodifikasi dengan gugus amina untuk deteksi formalin. ChP memiliki substituen dan posisi yang berbeda dalam aril kelompok dibandingkan dengan ChP-0. ChP dapat mendeteksi formalin dan meningkatkan intensitas fluoresensi diasetonitril. Studi ini juga menemukan bahwa ChP menunjukkan perubahan warna yang lebih

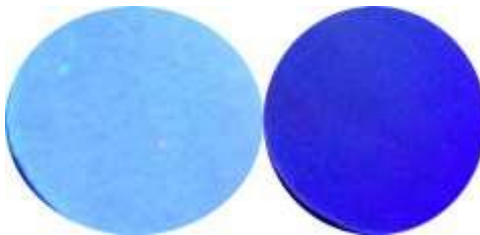
jelas, selektivitas yang lebih baik, dan sensitivitas dibandingkan senyawa (ChP-0) (Hidayah *et al.*, 2019).

Kemosensor ChP menghasilkan pergeseran biru dari 562 ke 480 nm dengan eksitasi pada 363 nm. Formaldehida dapat dideteksi secara kuantitatif dalam kisaran konsentrasi dari 0-1,2 M, dan batas deteksi adalah 0,58 mM. Selain itu, tes CHP yang diimobilisasi pada kertas berhasil diterapkan di deteksi formaldehida secara kualitatif.

Senyawa 3'-(4-(3,4-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP-2A) disintesis menggunakan senyawa ChP-0 yang dilarutkan dalam etanol kemudian distirer dan dipanaskan pada suhu 50 °C dengan menggunakan katalis Pd/C. Berhasilnya proses reduksi ChP-0 menjadi ChP-2A ditunjukkan oleh serapan karakteristik amina (-NH<sub>2</sub>) pada bilangan gelombang 3456 dan 3387 cm<sup>-1</sup> dalam spektrum FT-IR. Hal ini lebih lanjut dikonfirmasi oleh munculnya puncak ion molekul pada m/z 397 dalam spektrum MS. Nilai m / z sesuai dengan berat molekul ChP-2A, yaitu 397 g/mol. Nilai m/z <sup>1</sup>H-NMR dan <sup>13</sup>C-NMR memperkuat keberhasilan proses reduksi.

Pengujian kemosensor ChP-2A dilakukan dalam larutan asetonitril, hasil studi menunjukkan perubahan yang signifikan sebelum dan sesudah penambahan formalin. ChP-2A menunjukkan fluoresensi berwarna biru saat mendeteksi adanya formalin. Sebelum penambahan formalin, ChP-2A menunjukkan fluoresensi yang kuat, sedangkan setelah penambahan formalin, larutan ChP-2A menunjukkan fluoresensi yang lemah. Berdasarkan pengujian ini maka kemosensor ChP-2A dapat dikategorikan sebagai *turn-off* kemosensor.

ChP-2A juga dapat diimobilisasi pada kertas untuk dijadikan sebagai sensor kertas/ kertas uji. Hasil penelitian dan pengujian menunjukkan perubahan warna kertas setelah diuji dengan penambahan formalin pada kertas sensor. Karena hasil uji sebelumnya menunjukkan bahwa ChP-2A merupakan *turn-off* kemosensor maka untuk melihat tingkat fluoresensinya dilakukan dibawah sinar UV 365 nm. Adanya formalin akan membuat kertas uji berwarna biru tua.



**Gambar 4. Foto Kemosensor ChP-2A sebagai kertas uji setelah penambahan 2 M formalin (kanan) dan air (kiri) di bawah lampu UV 365 nm (Hidayah & Purwono, 2023)**

## KESIMPULAN

Hasil studi menunjukkan bahwa senyawa turunan piridin dapat dijadikan sebagai kemosensor. Kemosensor 4-fenil-2,6-bis (4-aminofenil) piridin (ChP-0) menunjukkan tingkat pendeteksian yang cepat dan efisien untuk formalin. Studi lebih lanjut senyawa turunan piridin 3,3'-(4-(2-amino-4,5-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP) menemukan bahwa ChP menunjukkan perubahan warna yang lebih jelas, selektivitas yang lebih baik, dan sensitivitas dibandingkan senyawa (ChP-0). Sedangkan hasil sintesis turunan piridin 3'-(4-(3,4-dimetoksifenil) piridin-2,6-diil) dianilin (ChP-2A) setelah diuji dalam larutan asetonitril, menunjukkan perubahan yang signifikan sebelum dan sesudah penambahan formalin. ChP-2A menunjukkan fluoresensi yang kuat, sedangkan setelah penambahan formalin, larutan ChP-2A menunjukkan fluoresensi yang lemah sehingga dikategorikan sebagai *turn-off* kemosensor.

**DAFTAR REFERENSI**

- Cyntiya Laxmi Haura, Indri Yanti, & Muh Pauzan. (2023). Alat Pendeteksi Formalin Menggunakan Deret Sensor HCHO dan MQ-7 dengan Logika Fuzzy. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi*, 12(2), 117–123. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v12i2.7097>
- Hidayah, N., & Purwono, B. (2023). a Turn-Off Fluorescent Chemosensor for Detecting Formaldehyde Based on Pyridine Derivative. *Al-Kimiya*, 10(2), 107–113. <https://doi.org/10.15575/ak.v10i2.25573>
- Hidayah, N., Purwono, B., Achromi Nurohmah, B., & Dwi Pranowo, H. (2019). Synthesis of pyridine derivative-based chemosensor for formaldehyde detection. *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(4), 1074–1080. <https://doi.org/10.22146/ijc.44028>
- Li, Y., Ou, J., Huang, C., Liu, F., Ou, S., & Zheng, J. (2023). Chemistry of formation and elimination of formaldehyde in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 139, 104134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104134>
- Ma'ruf, H., Sangi, M. S., & Wuntu, A. D. (2017). Analisis Kandungan Formalin Dan Boraks Pada Ikan Asin Dan Tahu Dari Pasar Pinasungkulan Manado Dan Pasar Beriman Tomohon. *Jurnal MIPA*, 6(2), 24. <https://doi.org/10.35799/jm.6.2.2017.17073>
- Maulida, D., Febriyeni, C., & Zul'irfan, M. (2021). Jurnal Peduli Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) - Aphelion*, 3(September), 207–212.
- Nur, A., & Purwono, B. (2017). Sintesis Kemosensor Anion Senyawa 4-(2,6-difenil-Piridin-4-Il)-2-Metoksi-Fenol Dari Vanilin. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 12(1), 37–45. <https://doi.org/10.23955/rkl.v12i1.4957>
- Nur, A., Rahmatia Syam, Asdinar, Aisyah, Rahmiani Gani, Syarifah Rabiatul Adawiah, & Titik Andriani. (2021). Analisis Kadar Formalin Pada Tahu Yang Beredar Di Pasar Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Kesehatan Panrita Husada*, 6(2), 119–128. <https://doi.org/10.37362/jkph.v6i2.577>
- Ovianto, D., Sugiharta, I. B. A. R., & Purwono, B. (2017). Synthesis of 4-Phenyl-2,6-Bis (4-Aminophenyl )Pyridine Compound and Study of Their Fluorescence Behaviour for Formaldehyde Sensing. *ChemTech*, 10(9), 918–923. [https://www.sphinxesai.com/2017/ch\\_vol10\\_no9/3/\(918-923\)V10N9CT.pdf](https://www.sphinxesai.com/2017/ch_vol10_no9/3/(918-923)V10N9CT.pdf)
- Rahmawati, R., Loka, I. N. L., Al-Idrus, S. W., & ... (2023). Majalah Kimia Berbasis Kemosensor Terintegrasi Praktikum Sebagai Bahan Bacaan Untuk Siswa Sma Ipa. *Prosiding ...*, 5, 120–125. <https://proceeding.unram.ac.id/index.php/saintek/article/view/232%0Ahttps://proceeding.unram.ac.id/index.php/saintek/article/download/232/230>
- Szalai, A., Giordano, L., Duong, T. H., Nobusue, S., & Tada, H. (n.d.). *Study on the colorimetric properties of 2, 4, 6- triarylpyridine derivative compound for imaging Formaldehyde Study on the colorimetric properties of 2, 4, 6-triarylpyridine derivative compound for imaging Formaldehyde.*
- Wardani, R. I., & Mulasari, S. A. (2016). Identifikasi Formalin pada Ikan Asin yang Dijual di Kawasan Pantai Teluk Penyu Kabupaten Cilacap. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), 43–48.
- Wulandari, A., & Nuraini, F. (2020). Hasil uji penggunaan boraks dan formalin pada makanan olahan. 10(1), 279–288.