



APLIKASI 2,4,5 -TRIMETOKSI KALKON SEBAGAI SENSOR LOGAM Cr(VI)

Reinner I. Lerrick^{1*}, Daniel S.U. Lomi¹, Febri O. Nitbani¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang

*Corresponding author, email: reinner_lerrick@undana.ac.id

ABSTRACT

This research aims to investigate the potential of 2,4,5-trimethoxy flavonoid as a sensor for detecting Cr(VI) ions. The compound was selected due to its fluorescent properties and ability to interact with heavy metal ions, particularly Cr(VI). The preparation of the compound involved a condensation reaction between aldehyde and acetophenone, followed by spectrophotometric analysis using UV-Vis spectroscopy to determine the absorption spectrum and λ_{max} . The sensor exhibited a positive response to the presence of Cr(VI) ions, indicated by a shift in λ_{max} and an increase in absorbance correlating with higher Cr(VI) concentrations. Qualitative and quantitative tests demonstrated that the compound could detect Cr(VI) ions with sensitivity and selectivity using an ON-OFF fluorescence system. The findings support the use of flavonoid compounds like kalkon as cost-effective, easy, and accurate sensors for heavy metal detection in environmental applications.

Keywords: Trimethoxychalcone, Chalcone Compound, and Chromium Ion

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi senyawa 2,4,5-trimetoksi kalkon sebagai sensor untuk deteksi ion logam Cr(VI). Senyawa kalkon dipilih karena memiliki sifat fluoresensi dan mampu berinteraksi dengan ion logam berat, terutama Cr(VI). Pembuatan larutan kalkon dilakukan melalui reaksi kondensasi aldehida dengan asetofenon, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk menentukan spektrum serapan dan λ_{maks} . Sensor ini menunjukkan respons positif terhadap keberadaan ion Cr(VI), ditandai dengan adanya pergeseran λ_{maks} dan peningkatan absorbansi sesuai dengan peningkatan konsentrasi ion Cr(VI). Pengujian kualitatif dan kuantitatif menunjukkan bahwa senyawa kalkon mampu mendeteksi keberadaan Cr(VI) secara sensitif dan selektif dengan sistem ON-OFF fluoresensi. Hasil penelitian ini mendukung pemanfaatan kalkon sebagai alternatif sensor logam berat yang murah, mudah, dan akurat dalam aplikasi lingkungan.

Kata kunci : Trimetoksikalkon, Senyawa Kalkon, Dan Ion Logam Kromium.

PENDAHULUAN

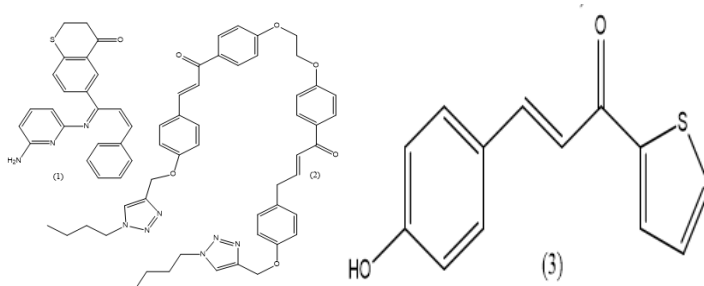
Logam berat seperti kromium (Cr), timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan arsen (As) merupakan polutan yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Khususnya logam kromium, dimana *United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (US ATSDR) mengklasifikasikan kromium sebagai salah satu elemen yang paling berbahaya. Paparan kromium dapat menyebabkan gangguan ginjal, kanker paru-paru, penurunan kecerdasan, dan dapat mempengaruhi biota di tanah¹. Sumber utama pajanan logam berat yaitu berasal dari buah dan sayur yang terkontaminasi dari media lingkungannya dengan kontribusi mencapai 90%². Oleh karena itu, monitoring dan pengawasan terhadap kandungan logam kromium di lingkungan perlu dilakukan secara rutin dan akurat untuk mendeteksi potensi pencemaran logam berat.

Metode analisis logam berat dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu metode instrumental dan metode non-instrumental⁴. ⁷berhasil mendeteksi adanya kandungan Cr (VI) dalam limbah cair industri dengan pengompleks 1,5-difenilkarbazid menggunakan instrumen *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS), dimana hasil penelitian menunjukkan konsentrasi Cr (VI) pada industri penyamakan kulit sebesar 0,16 ppm, pada industri pelapisan logam sebesar 1427,40 ppm, pada industri limbah tekstil sebesar 0,03 ppm, pada limbah IPAL TPAPiyungan sebesar 0,12-6,28 ppm, dan pada limbah batik sebesar 0,10-1,31 ppm. Salah



satu metode non-instrumental yaitu penelitian oleh ³ yang mendeteksi logam Cr^{6+} menggunakan metode citra digital berbasis android, dimana memiliki akurasi, selektivitas dan sensitivitas yang tidak kalah bagusnya dibandingkan dengan metode konvensional AAS. Hasil penelitian menunjukkan pengompleksorganik dipenylcarbazona (DPC) sangat selektif terhadap Cr(VI) dengan adanya perubahan warna dari bening menjadi violet. Analisis ion Cr(VI) menggunakan spektrofotometer UV-Vis tidak bisa digunakan untuk konsentrasi parts per billion (ppb) sehingga digunakannya metode aplikasi android dalam penentuan kadar ion Cr(VI) menggunakan dipenylcarbazona (DPC) pada sampel lingkungan perairan. Tingkat akurasi aplikasi android sebesar 99,318 % dan konsentrasi kromium dengan rata-rata 1,428 ppb, ternyata masih dibawah ambang batas yang ditentukan.

Analisis logam berat menggunakan sensor fotoluminesensi merupakan salah satu contoh metode non-instrumental yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode lain. Sensor fotoluminesensi dapat digunakan sebagai alat yang dapat mendeteksi cahaya yang dipancarkan oleh suatu material setelah terkena radiasi elektromagnetik, seperti sinar UV. Sensor ini dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi atau keberadaan zat tertentu dalam larutan, gas atau padatan, berdasarkan intensitas atau spektrum cahaya yang dihasilkan. Sensor fotoluminesensi memiliki keunggulan dibandingkan metode analisis lainnya, seperti sensitivitas tinggi, selektivitas spesifik, respon cepat, biokompatibilitas, biaya yang rendah, proses yang sederhana dan kemudahan operasi ⁸. Salah satu sensor fotoluminesensi adalah senyawa turunan kalkon.

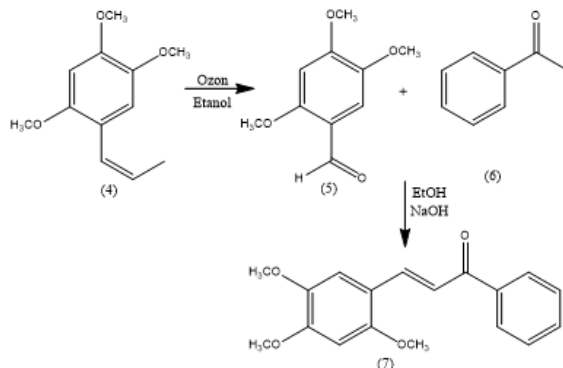


Gambar 1. Senyawa 1,2, dan 3

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam mengaplikasikan senyawa kalkon sebagai sensor untuk mendeteksi logam, diantaranya: ⁶ berhasil mendeteksi ion kromium pada konsentrasi yang sangat rendah 0,2245 nM (nanomolar) menggunakan kemosensor dari senyawa turunan kalkon AZANPy (1). [9] juga berhasil membuat sensor baru dari kalkon 1,2,3-triazol bis-organotrietoksilasilan (2) yang telah disintesis menggunakan Claisen Schmidt, dimana memiliki nilai batas deteksi yang rendah (0,15-0,64 μM) memungkinkan sensor bertindak sebagai alat untuk mendeteksi ion Sn^{2+} dan ion Hg^{2+} . ⁴ juga melakukan perbandingan terhadap kinerja ketiga senyawa kalkon hasil sintesis, dimana dari ketiga senyawa hanya senyawa ketiga (3) dari perbandingan yang terlihat dapat mendeteksi ion Cd^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} dan Co^{2+} .



DOI : <https://doi.org/10.35508/cn.v7i2.23037>



Gambar 2. Senyawa 4, 5, 6 dan 7

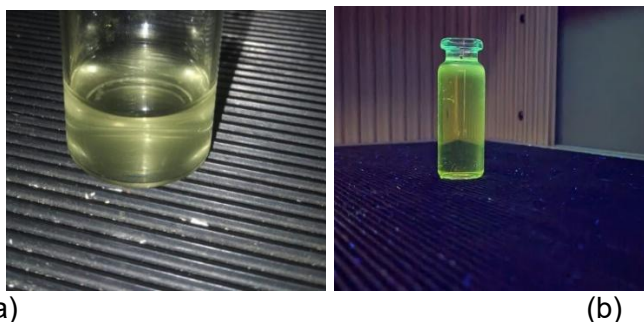
Senyawa (7) merupakan senyawa turunan kalkon yang dapat dihasilkan dari reaksi aldehida (5) dengan sebuah asetofenon (6). Adapun senyawa (5) telah berhasil disintesis dari oksidasi (4) minyak genoak diantaranya oleh ⁵ menggunakan ozon dan [1] dengan K₂Cr₂O₇ (metode Jones) menggunakan katalis asam trikloro asetat (TCA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah senyawa 2,4,5-Trimetoksi kalkon dapat digunakan sebagai sensor ion logam Cr(VI). Penelitian ini dilakukan dalam beberapa Tahapan yaitu: Pembuatan Larutan 2,4,5-Trimetoksi Kalkon dan Uji Kualitatif Sensor, Uji Kuantitatif Larutan 2,4,5-Trimetoksi Kalkon, Analisis Kualitatif dan Konfirmasi Kesetimbangan Ion Logam Cr(VI), Studi Sensor 2,4,5-Trimetoksi Kalkon Terhadap ion Logam Cr(VI), dan Pembuatan Kurva Kalibrasi.

Pembuatan Larutan 2,4,5-Trimetoksi Kalkon dan Uji Kualitatif Sensor

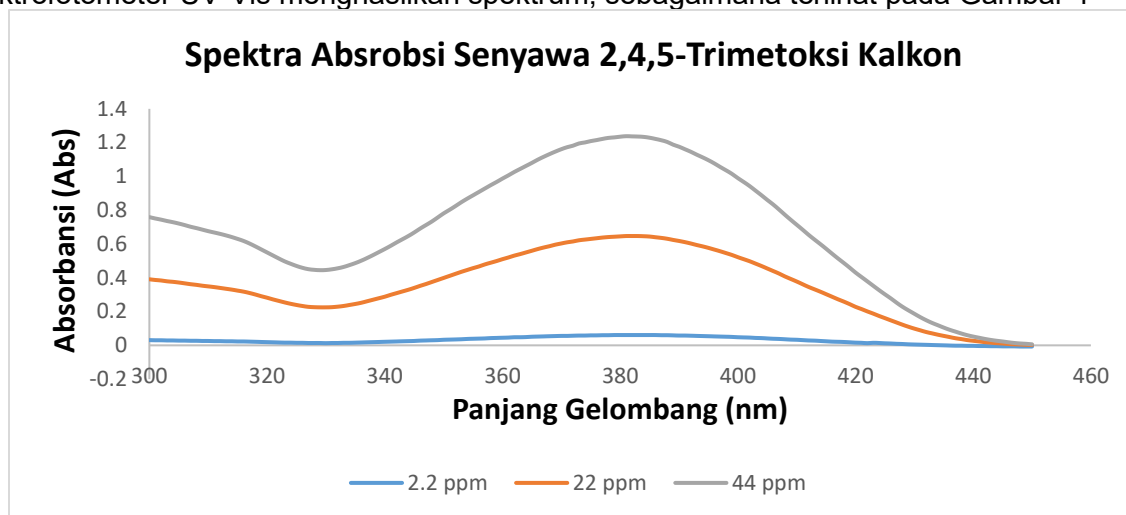
Pembuatan sensor kalkon dilakukan dengan melarutkan 2,4,5-Trimetoksi kalkon kedalam tetrahidrofuran (THF). Larutan yang diperoleh berwarna kuning. Pengamatan dibawa lampu UV 366 nm sebagai langkah awal Uji kualitatif sensor menunjukan bahwa larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon berfluoresensi gambar 3 atau dikenal dengan sistem ON. Dengan demikian larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon dapat digunakan sebagai kandidat sensor analit logam dengan sistem ON-OFF. Fluoresensi yang ditemukan pada senyawa kalkon ini dikarenakan terdapat sistem π (ϕ) terkonjugasi, selain itu juga dikarenakan pada senyawa kalkon terdapat gugus fungsi penarik elektron dan pendorong atau kelompok pendonor elektron yang terletak pada cincin benzena.



Gambar 3. (a) larutan kalkon tanpa lampu UV, (b) larutan kalkon dibawah lampu UV ($\lambda=366$ nm)

Uji Kuantitatif Larutan 2,4,5-Trimetoksi Kalkon

Analisis larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon dalam tetrahidrofuran (THF) menggunakan spektrofotometer UV-Vis menghasilkan spektrum, sebagaimana terlihat pada Gambar 4

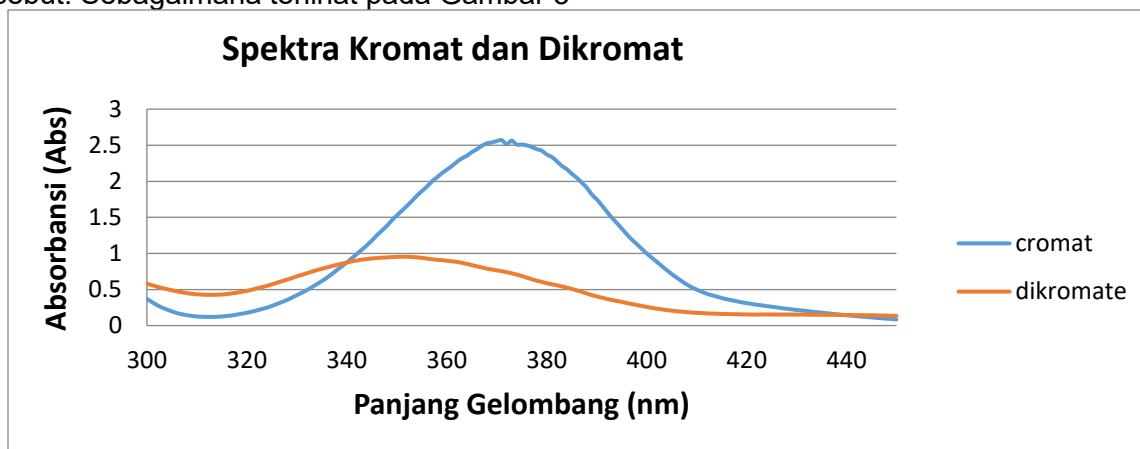


Gambar 4. Spektra absorpsi senyawa 2,4,5-trimetoksi kalkon

Dari spektrum dapat diketahui panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon adalah 385 nm. Adanya variasi konsentrasi larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon memberikan respons serapan yang semakin meningkat seiring meningkatnya konsentrasi larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa 2,4,5-trimetoksi kalkon dapat digunakan dalam penentuan kuantitatif sensor ON-OFF dengan analit ion logam Cr(VI).

Analisis Kualitatif dan Konfirmasi Kesetimbangan ion logam Cr(VI)

Sebagai analit uji, ion logam Cr(VI) disiapkan dari larutan $K_2Cr_2O_7$. Namun demikian, diketahui bahwa ion logam Cr hexavalen dapat memiliki dua kesetimbangan ion yaitu sebagai $Cr_2O_7^{2-}$ dan CrO_4^{2-} maka dilakukan uji kualitatif dan konfirmasi efek pH terhadap kesetimbangan tersebut. Sebagaimana terlihat pada Gambar 5

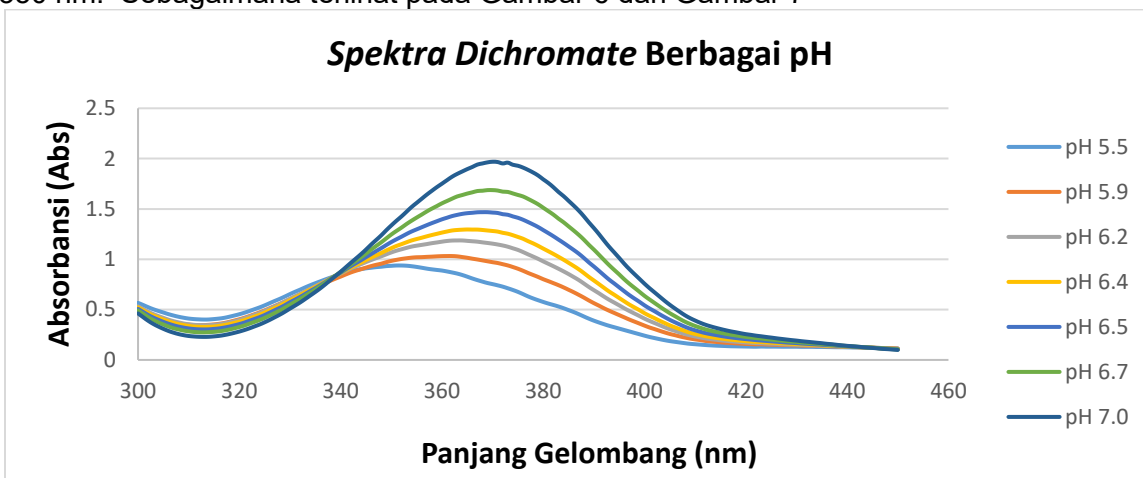


Gambar 5. Spektra $Cr_2O_7^{2-}$ dan CrO_4^{2-}

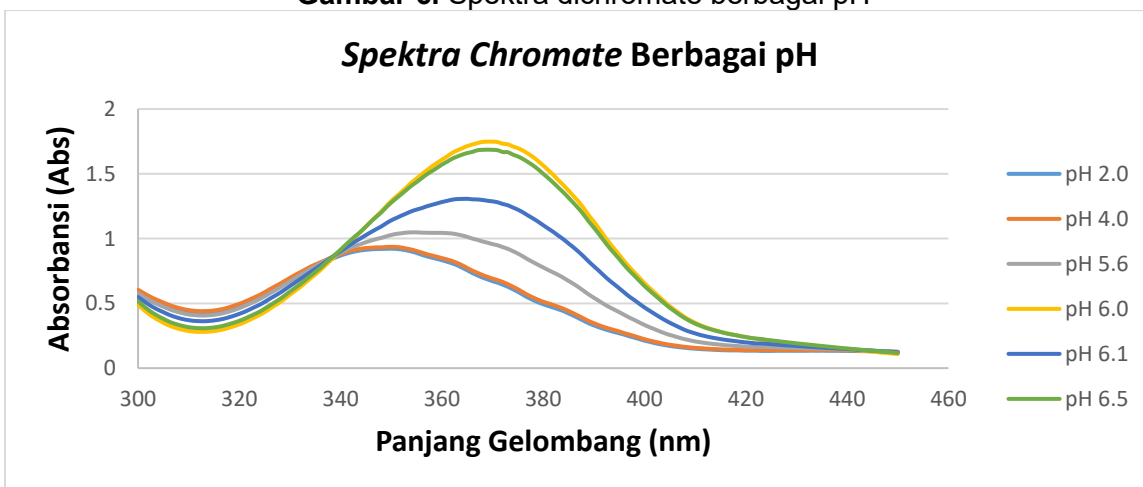
Dari spektra terlihat bahwa panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) $Cr_2O_7^{2-}$ adalah 351-352 nm dan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) CrO_4^{2-} adalah 370-371 nm. Variasi pH yang dilakukan pada larutan $Cr_2O_7^{2-}$ dari pH 5.5, pH 5.9, pH 6.2, pH 6.4, pH 6.5, pH 6.7, dan pH 7.0 menunjukkan pergeseran panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dari 351-352 nm ke 370



nm. Hal ini menjelaskan bahwa larutan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ semakin pH meningkat (pH semakin basa) maka larutan semakin menjadi larutan CrO_4^{2-} (λ_{maks} akan bergeser dari $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ke CrO_4^{2-} secara bertahap seiring dengan peningkatannya pH) begitupun sebaliknya jika diturunkan pH (pH semakin asam) secara bertahap maka merujuk pada $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Sehubungan dengan penurunan pH dari pH 6.5 ke pH 2.0 menunjukkan pergeseran panjang gelombang (λ_{maks}) dari 370-371 nm ke 350 nm. Sebagaimana terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7



Gambar 6. Spektra dichromate berbagai pH

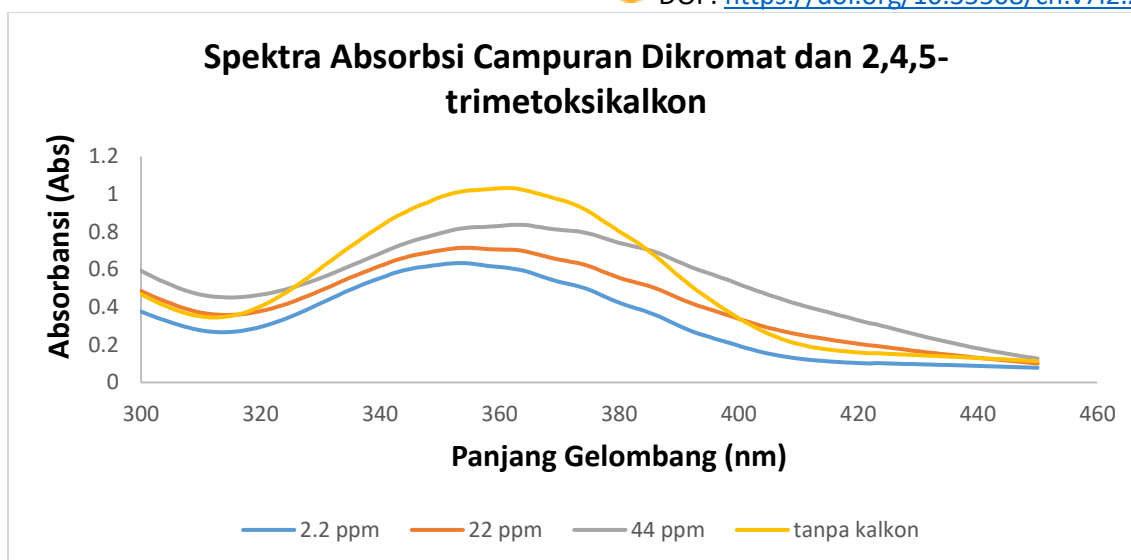


Gambar 7. Spektra chromate berbagai pH

Dengan demikian diperoleh rentang pH pengujian sensor 2,4,5-trimetoksi kalkon terhadap ion Cr(VI) dari larutan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ adalah pada pH 5.

Studi Sensor 2,4,5-Trimetoksi Kalkon Terhadap Ion Cr(VI)

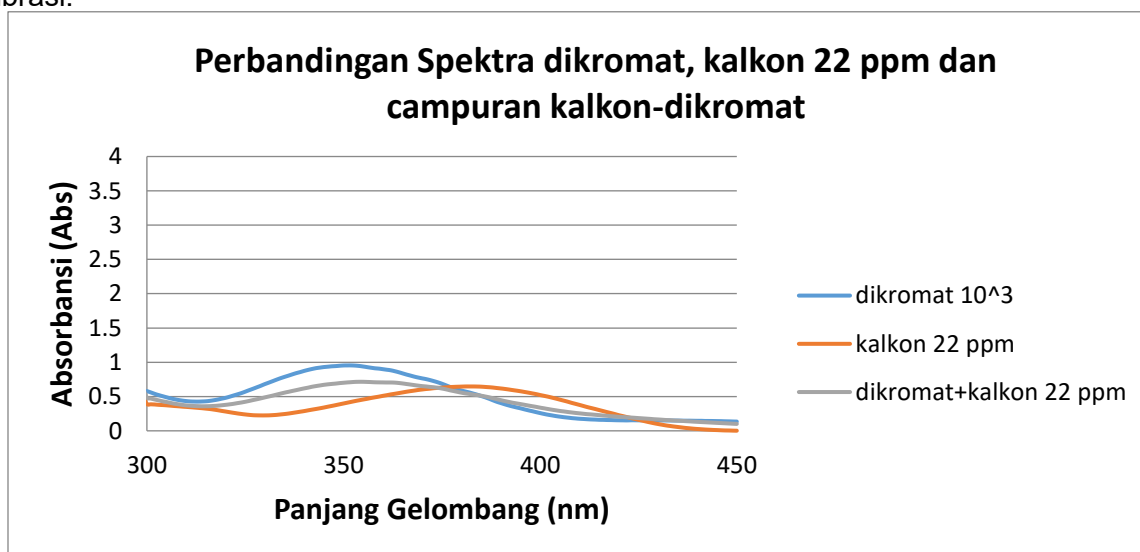
Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan sebagaimana larutan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ pada pH netral masih berada sebagai larutan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ maka uji kualitatif sensor 2,4,5-trimetoksi kalkon dilakukan dengan melarutkan larutan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ sebanyak $1 \times 10^{-3} \text{M}$ dengan variasi larutan 2,4,5-trimetoksi kalkon lalu didapatkan spektra seperti yang terlihat pada Gambar 8



Gambar 8. Spektra absorbansi campuran dikromat dan 2,4,5-trimetoksi kalkon

Dari spektra terlihat bahwa λ_{maks} campuran berada pada 358 nm. Hasil spektra ini menunjukkan semakin besar konsentrasi yang ada maka semakin besar pula absorbansi yang diperoleh. Hal ini sejalan dengan bunyi Hukum Lambert-Beer dimana semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi pula nilai absorbansinya.

Perbandingan λ_{maks} antara larutan dikromat, larutan kalkon dan campuran kalkon-dikromat menunjukkan bahwa telah terjadi pergeseran panjang gelombang dari 351 nm menjadi 358 nm atau dikenal sebagai pergeseran merah Gambar 9. Selain itu, puncak serapan tersebut juga merupakan puncak serapan baru karena tidak bersesuaian dengan λ_{maks} kalkon (385-386 nm). Hal ini mengindikasikan bahwa telah terbentuk senyawa kompleks Cr^{6+} -kalkon selama pencampuran. Dengan demikian dapat dilakukan analisis kuantitatif melalui pembuatan kurva kalibrasi.



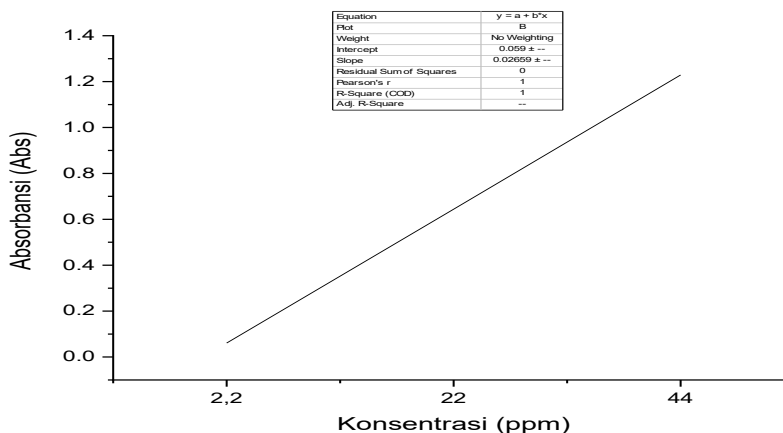
Gambar 9. Spektra dikromat, kalkon 22 ppm dan campuran Cr+kalkon

Pembuatan kurva kalibrasi 2,4,5-trimetoksi kalkon. Kurva kalibrasi merupakan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi suatu zat dengan sinyal pengukuran (nilai absorbansi hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis). Kurva kalibrasi sendiri banyak



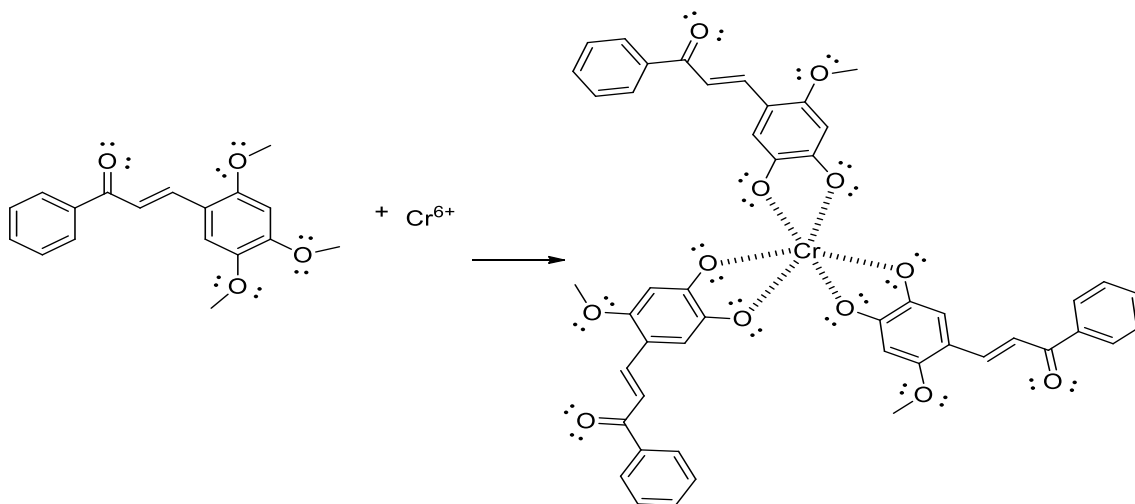
DOI : <https://doi.org/10.35508/cn.v7i2.23037>

digunakan dalam menentukan konsentrasi suatu sampel yang tidak diketahui konsentrasinya dengan cara menghitung menggunakan nilai persamaan $y = ax - b$. Pembuatan kurva kalibrasi menggunakan larutan sensor 2,4,5-trimetoksi kalkon dengan variasi konsentrasi 2,2 ppm, 22 ppm dan 44 ppm yang diukur pada masing-masing panjang gelombang maximum.



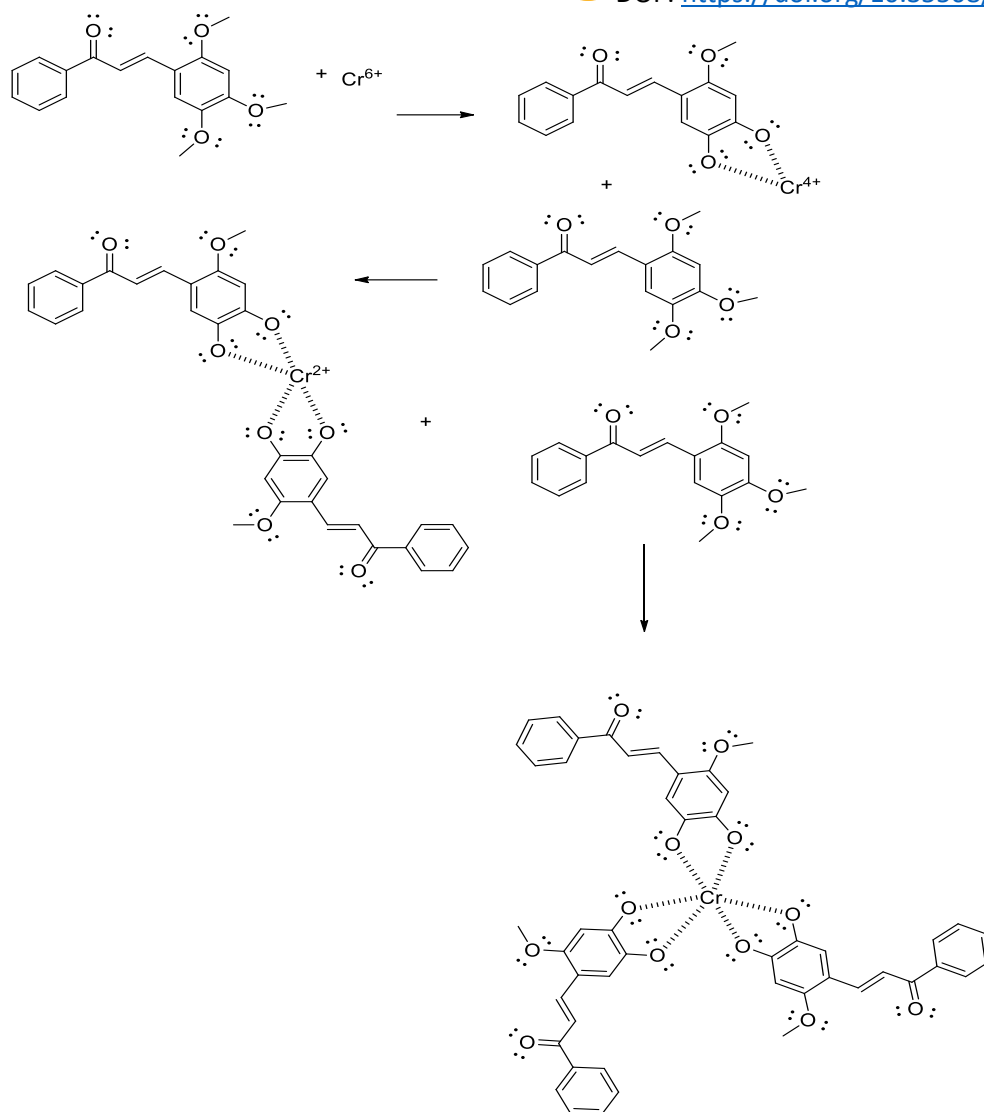
Gambar 10. Kurva kalibrasi 2,4,5-trimetoksi kalkon

Hasil kurva kalibrasi yang telah diperoleh dibuat menggunakan nilai absorbansi yang terbaca pada panjang gelombang maximum yakni pada daerah 385 nm. Dalam grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga nilai absorbansinya. Hal ini sejalan dengan bunyi Hukum Lambert-Beer dimana semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi pula nilai absorbansinya. Dimana diperoleh nilai $y = 0,059x - 0,02659$ dengan nilai $R^2 = 1$. Hasil reaksi dari senyawa kalkon dan ion logam Cr(VI) dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hasil reaksi senyawa 2,4,5-trimetoksi kalkon dan ion logam Cr(VI)

Pada prosesnya reaksi yang dihasilkan akibat adanya muatan elektron bebas pada atom O dalam gugus metoksi yang akan mengikat ion logam Cr(VI) disebabkan karena adanya pendonor pasangan elektron yang kuat pada orbital kosong pada ion logam Cr(VI). Mekanisme Reaksi Antara Senyawa 2,4,5-Trimetoksi Kalkon dan Ion Logam Cr(VI).



Gambar 12. Mekanisme Reaksi Antara Senyawa 2,4,5-Trimetoksi Kalkon dan Ion Logam Cr(VI).
KESIMPULAN

Senyawa 2,4,5-Trimetoksi kalkon berhasil dibuat melalui reaksi kondensasi aldehida dengan asetofenon. Sensor ini menunjukkan respons positif terhadap keberadaan ion Cr(VI), ditandai dengan adanya pergeseran λ_{maks} dan peningkatan absorbansi sesuai dengan peningkatan konsentrasi ion Cr(VI). Pengujian kualitatif dan kuantitatif menunjukkan bahwa senyawa kalkon mampu mendeteksi keberadaan Cr(VI) secara sensitif dan selektif dengan sistem ON-OFF fluoresensi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aminah, S. 2019. Modifikasi Metode Jones Pada Oksidasi Asaron (*Acorus calamus*) Menggunakan Asam Trikloro Asetat. Skripsi. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
2. Astuti, R. D. P. 2024. Dampak Kesehatan dari Kontaminasi Kromium di Tanah. Artikel Ilmiah Populer, UNAIR.



3. Hitsmi, M., Firdaus, M. L., Nurhamidah. 2020. Pengembangan Metode Citra Digital Berbasis Aplikasi Android Untuk Analisis Ion Logam Cr(VI). Jurnal Pendidikan dan Ilmu 42 Kimia, 4(2): 117-124
4. Karaca, H. And Kazancı, S. 2022. The metal sensing applications of chalcones: The synthesis, characterization and theoretical calculations. Journal of Molecular Structure 1248 (2022) 131454.
5. Laya, Aristo U. 2022. Pemurnian Minyak Genoak, Cengkeh dan Pala dengan Distilasi Pengurang Tekanan dan Oksidasinya Menggunakan Ozon. Skripsi. Kupang: Kimia, FST-UNDANA.
6. Mumthaj, A. and Umadevi, M. 2024. A selective and sensitive probes of chalcone derivative as a fluorescent chemosensor for the detection of Cr³⁺ ion. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 308(2024) 123741.
7. Mustanginah, L. 2023. Analisis Spesies Logam Fe (II), Fe (III), Cr (III), dan Cr(VI) dalam Limbah Cair Industri Menggunakan Metode Kombinasi Spektrofotometer UV-Tampak dan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Jurnal Inovasi Hasil Penelitian dan Pengembangan Vol. 3 No. 4
8. Lerrick, R. 2022. Fotoluminesensi Organik: Sintesis, Desain, dan Aplikasinya. UGM PRESS.
9. Singh, G., Sushma, Priyanka, Pawan, Satija, P., Shilpy, Kaur, G., Singh, J., & Singh, J. 2021. Colorimetric detection of Fe³⁺ ions using Schiff base-chalcone functionalized bis (1,2,3-triazolyl- γ -propyltriethoxysilanes). Inorganica Chimica Acta 527 (2021) 120576.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: seperangkat alat gelas dalam laboratorium, spatula, pipet tetes, labu 10 mL, timbangan digital, aluminium foil, corong pisah, botol vial, micro pipet, Spektrofotometer UV-Vis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: senyawa 2,4,5-trimetoksi kalkon, aquades, NaOH, HCl, THF, K₂Cr₂O₇.

Prosedur Penelitian

Uji sensor 2,4,5-Trimetoksi Kalkon

Pembuatan Larutan 2,4,5-Trimetoksi Kalkon

Pembuatan larutan kalkon dengan variasi konsentrasi 2,2 ppm, 22 ppm dan 44 ppm, larutan kalkon untuk variasi konsentrasi 2,2 ppm dibuat pada labu 10 mL. Ditimbang sebanyak 0,22 Mg, untuk variasi konsentrasi 22 ppm dibuat pada labu 10 mL kemudian ditimbang sebanyak 2,2 Mg, dan untuk variasi konsentrasi 44 ppm dibuat dalam labu 10 mL kemudian ditimbang sebanyak 4,4 Mg. Padatan kalkon dan pelarut tetrahidrofuran (THF). Kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam labu untuk masing-masing variasi konsentrasi dan ditambahkan pelarut tetrahidrofuran (THF) hingga tanda batas, lalu digojok hingga padatan larut sempurna, lalu dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-800 nm. kemudian diambil larutan kalkon yang telah dibuat dari masing-masing variasi konsentrasi sebanyak 2.500 μ L dimasukkan kedalam sampel kalium dikromat dengan variasi konsentrasi 1×10^{-3} M (294.185 ppm). Kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-800 nm.

Pembuatan Larutan Cr(VI)

Padatan kalium dikromat ditimbang sebanyak 0,025 g kemudian dibuat dalam labu 10 mL (1×10^{-3} M) kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas. Kemudian dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-800 nm, lalu di ambil



DOI : <https://doi.org/10.35508/cn.v7i2.23037>

sebanyak 2.500 μ l untuk dimasukan kedalam larutan kalkon yang divariasikan, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada lamda 200-800 nm.