

# PENGEMBANGAN METODE IDENTIFIKASI FORMALIN PADA TAHU MENGGUNAKAN EKSTRAK BUNGA ECENG GONDOK (*Eichhornia Crassipes*)

Oleh:

**Adhelia Diva Natasha Falaq<sup>1</sup>, Sandry Kesuma<sup>2</sup>**

*Program Studi D-III Anafarma, Jurusan Anafarma, Poltekkes Kemenkes Malang<sup>1,2</sup>*

*sandry\_kesuma@poltekkes-malang.ac.id*

## ABSTRAK

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) mengandung antosianin yang peka terhadap perubahan pH dan interaksi dengan protein, sehingga berpotensi sebagai indikator alami untuk mendeteksi formalin pada makanan berprotein tinggi seperti tahu. Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode identifikasi formalin pada tahu menggunakan ekstrak bunga eceng gondok sebagai indikator alami berbasis antosianin. Ekstrak diperoleh melalui metode maserasi dengan pelarut etanol pada variasi konsentrasi 66%, 76%, 86%, dan 96%. Uji kualitatif dilakukan dengan membandingkan perubahan warna pada sampel tahu yang direndam formalin terhadap kontrol negatif. Validasi metode meliputi uji selektivitas dan uji limit deteksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak dengan konsentrasi 96% memberikan perubahan warna paling tajam, dari kuning kecoklatan menjadi merah muda, yang mengindikasikan respons terkuat terhadap formalin. Uji selektivitas menunjukkan tidak ada perubahan warna serupa pada variasi pH, sehingga ekstrak ini selektif terhadap formalin. Uji limit deteksi menunjukkan metode ini mampu mendeteksi formalin hingga konsentrasi serendah 1%. Kesimpulannya, ekstrak bunga eceng gondok dapat digunakan sebagai alternatif indikator alami yang ramah lingkungan, murah, dan efisien untuk deteksi kualitatif formalin pada produk pangan seperti tahu.

**Kata Kunci:** *eceng gondok, antosianin, indikator alami, maserasi, formalin, tahu.*

## ABSTRACT

Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) contains anthocyanins that are sensitive to changes in pH and protein interactions, making it a potential natural indicator for detecting formaldehyde in high-protein foods such as tofu. This study aims to develop a method for identifying formaldehyde in tofu using water hyacinth flower extract as a natural anthocyanin-based indicator. The extract was obtained through maceration using ethanol at varying concentrations of 66%, 76%, 86%, and 96%. Qualitative testing was conducted by comparing color changes in formaldehyde-soaked tofu samples against negative controls (without formaldehyde). Method validation included selectivity testing and limit of detection testing. The results showed that the extract at 96% concentration produced the most distinct color change, from yellowish-brown to pink, indicating the strongest response to formaldehyde. The selectivity test showed no similar color changes at various pH levels, confirming that the extract is selective for formaldehyde. The limit of detection test showed that this method is sensitive enough to detect formaldehyde at concentrations as low as 1%. In conclusion, water hyacinth flower extract can be used as an environmentally friendly, low-cost, and efficient natural indicator alternative for the qualitative detection of formaldehyde in food products such as tofu.

**Keywords:** *water hyacinth, anthocyanins, natural indicators, maceration, formalin, tofu.*

## A. PENDAHULUAN

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Solm) adalah tanaman air yang dikenal sebagai gulma karena pertumbuhannya sangat cepat dan kemampuannya beradaptasi dengan baik pada lingkungan baru. Sifat invasif ini membuat eceng gondok kerap dianggap mengganggu jalur air dan irigasi, serta mengakibatkan penyumbatan saluran (Youssef et al., 2021). Untuk mengurangi dampak ekologis yang ditimbulkan dan diperlukan inovasi pemanfaatan tanaman eceng gondok agar memiliki nilai guna lebih. Salah satu bagian tanaman eceng gondok yang dapat dimanfaatkan adalah bagian bunga. Bagian bunga eceng gondok memiliki bentuk berupa bulir dengan putik tunggal, dan menjadi salah satu sumber senyawa bioaktif penting seperti alkaloid, senyawa fenolik dan terpenoid (Hasnat et al., 2024)(Dewi & Avif, 2023)(Deshlahre & Kulkarni, 2024). Bunga eceng gondok juga mengandung antosianin yang termasuk dalam kelompok senyawa fenolik yang berfungsi sebagai pewarna alami.

Antosianin sendiri adalah pigmen alami yang memberikan warna merah, ungu, biru, dan variasi lain pada daun, bunga serta buah. Keunggulan antosianin terletak pada kemampuannya sebagai pewarna alami pengganti zat sintetis, yang lebih aman dan

ramah lingkungan. Warna antosianin dapat berubah tergantung pada pH lingkungan maupun interaksi dengan senyawa lain seperti protein (Khoo et al., 2017)(Ayun et al., 2022)(Zhao et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa warna antosianin akan berbeda jika ditambahkan pada protein yang mengandung formalin dibandingkan dengan protein tanpa formalin. Hal ini terjadi karena protein dapat memengaruhi kestabilan warna antosianin melalui interaksi ikatan. Antosianin menunjukkan kepekaan tinggi terhadap formalin, sehingga memiliki potensi besar digunakan sebagai indikator alami untuk mendeteksi keberadaan formalin dalam pangan (Enjelina & Erda, 2022). Dalam penelitian Suryadnyani et al. (2021), dijelaskan bahwa antosianin dapat digunakan sebagai reagen alami untuk mengidentifikasi formalin pada sampel makanan. Keunggulan reagen alami dibandingkan reagen sintetis meliputi biaya yang lebih murah, ketersediaan bahan yang melimpah, serta sifatnya yang lebih aman dan ramah lingkungan.

Beberapa penelitian yang telah memanfaatkan ekstrak tanaman berantosianin sebagai indikator deteksi formalin. Misalnya, Novianty & Yulianzah (2023) memanfaatkan ekstrak kulit buah naga. Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak etanol bunga

telang dapat mendeteksi formalin melalui perubahan warna dari hijau toska menjadi abu kehijauan pada sampel positif, yang dikonfirmasi dengan spektrofotometer visibel dan metode asam kromatofat (Suryadnyani et al., 2021). Pada penelitian Sumiati (2019), ekstrak kubis ungu diekstrak melalui metode maserasi dengan pelarut air (aquades) dan digunakan untuk mendeteksi formalin pada tahu. Hasilnya menunjukkan perbedaan warna yang signifikan: tahu bebas formalin berubah dari ungu menjadi merah muda setelah penambahan ekstrak, sementara tahu berformalin tidak mengalami perubahan warna.

Untuk mendeteksi formalin dalam pangan, diperlukan indikator yang peka dan mudah digunakan. Oleh karena itu, pengembangan indikator alami dari sumber tumbuhan, seperti antosianin bunga eceng gondok, menjadi solusi yang potensial. Penelitian ini bertujuan untuk membuat tes kit formalin berbahan dasar antosianin dari bunga eceng gondok sangat diperlukan agar masyarakat dapat dengan mudah mendeteksi formalin pada tahu atau produk pangan lainnya, sehingga keamanan pangan dapat lebih terjamin.

## **B. TINJAUAN PUSTAKA**

Tahu merupakan salah satu makanan lokal yang sangat dekat dengan masyarakat.

Kadar air tahu cukup tinggi yang menyebabkan produk makanan ini menjadi lebih mudah rusak apabila tidak diikuti dengan proses penyimpanan atau penanganan yang tepat. Umur simpan tahu sangat terbatas yaitu pada kondisi biasa (suhu kamar) daya tahannya rata-rata 1-2 hari dan apabila lebih dari batas tersebut rasa tahu akan menjadi asam dan memunculkan aroma yang busuk (Ayu et al., 2024). Kondisi ini membuat tahu tidak layak untuk dikonsumsi sehingga tidak jarang makanan seperti tahu ini ditambahkan dengan bahan kimia maupun alami agar lebih tahan lama. Perendaman tahu dalam air yang diberi formalin akan membuat tahu menjadi lebih keras dan kenyal, sehingga teksturnya tidak mudah hancur dan tahan terhadap mikroorganisme, sehingga awet dan dapat bertahan hingga tujuh hari (Wahyono et al., 2016). Namun perlakuan perendaman tahu dalam air berformalin tersebut merupakan hal yang dilarang sesuai dengan SNI 3142:2018, di mana dalam standar tersebut salah satu syarat mutu tahu adalah bebas dari kandungan bahan tambahan pangan yang dilarang seperti formalin (Ayu et al., 2024).

### **Formalin**

Formalin merupakan larutan komersial yang terdiri dari gas formaldehida yang dilarutkan dalam air dengan konsentrasi

umumnya sekitar 37% hingga 40%, serta sering kali mengandung metanol sebagai stabilisator untuk mencegah polimerisasi. Secara kimiawi, formaldehida ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) tergolong dalam kelompok aldehida yang sangat reaktif karena memiliki gugus karbonil yang bersifat elektrofilik kuat, sehingga mudah berikatan dengan berbagai makromolekul biologis (Febriaty et al., 2025). Karakteristik utamanya meliputi bau yang menyengat, sifat tidak berwarna, serta kemampuan desinfektan dan pengawet yang sangat efektif namun bersifat toksik, mutagenik, dan karsinogenik bagi kesehatan manusia (Enjelina & Erda, 2022).

Reaksi antara formalin dengan antosianin memicu degradasi warna yang signifikan melalui proses kondensasi kovalen yang merusak struktur kromofor pada pigmen tersebut. Ketika formaldehida berinteraksi dengan molekul antosianin, terjadi pembentukan jembatan metilen yang menghubungkan unit-unit antosianin menjadi senyawa polimer kompleks yang lebih besar (Enjelina & Erda, 2022). Interaksi ini mengganggu sistem ikatan rangkap terkonjugasi pada kation flavilium yang bertanggung jawab atas pemantulan warna cerah seperti merah, ungu, atau biru (Mendoza et al., 2018). Akibatnya, stabilitas warna antosianin menurun drastis,

menyebabkan perubahan visual menjadi kecokelatan atau kusam, yang sering kali disertai dengan pembentukan endapan tak larut di dalam larutan (Tindal et al., 2024).

### **Bunga Eceng Gondok**

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah tumbuhan air tawar yang hidup mengapung atau berakar di dalam tanah. Secara morfologi, tanaman ini memiliki tinggi antara 0,4 hingga 0,8 meter (Alsahan et al., 2023). Setiap tangkai bunganya mampu menghasilkan hingga 500 biji. Perkembangbiakan utamanya terjadi secara vegetatif melalui stolon, dengan waktu kondisi optimum untuk pertumbuhan berkisar antara 11 hingga 18 hari (Singal, 2017).



Gambar 1. Bunga eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*)

Bunga eceng gondok mengandung berbagai senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, steroid, terpenoid, antosianin, dan tanin (Rajajaran et al., 2021). Kandungan kimia dalam eceng gondok memiliki berbagai manfaat kesehatan, diantaranya sebagai agen antioksidan, antibakteri dan antifungi, antitumor, antikanker, antikoroner, serta

antiinflamasi. Antosianin yang terdapat dalam bunga eceng gondok merupakan bagian dari kelompok flavonoid yang berfungsi sebagai senyawa bioaktif dengan sifat antioksidan (Hasnat et al., 2024). Antosianin merupakan pigmen yang memberikan warna merah, ungu, dan biru pada tumbuhan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada makanan (Baehaki et al., 2022).

### **Antosianin**

Secara kimiawi, antosianin memiliki struktur fenolik dengan satu atau lebih gugus hidroksil yang melekat pada cincin aromatiknya (Salehi et al., 2020). Perubahan warna yang terjadi pada antosianin sangat dipengaruhi oleh tingkat keasaman (pH) lingkungan melalui proses transformasi struktural yang bersifat reversibel. Pada kondisi sangat asam ( $\text{pH} < 3$ ), antosianin berbentuk kation flavilium yang memantulkan warna merah (Khoo et al., 2017). Seiring dengan meningkatnya pH ke arah netral ( $\text{pH} 4\text{--}7$ ), terjadi reaksi hidrasi yang mengubah kation flavilium menjadi basa kinonoid yang menghasilkan warna ungu hingga biru. Jika lingkungan menjadi sangat basa ( $\text{pH} > 9$ ), struktur cincin aromatik antosianin akan mengalami pembukaan membentuk senyawa kalkon yang menyebabkan warna memudar menjadi

kuning atau tidak berwarna sama sekali (Ayun et al., 2022).

Selain dipengaruhi oleh pH, stabilitas struktur dan warna antosianin juga sangat bergantung pada suhu. Antosianin dalam ekstrak bunga bersifat sensitif terhadap panas (termolabil), sehingga suhu tinggi dapat memicu degradasi kimia yang merusak pigmen tersebut (Zhao et al., 2022). Oleh karena itu, metode maserasi tanpa pemanasan sering dipilih untuk menjaga stabilitas warna dan kandungan aktif senyawa ini. Sifat sensitivitas terhadap perubahan kimia inilah yang mendasari pemanfaatan ekstrak tanaman mengandung antosianin sebagai indikator atau test kit alami (Yuliantini, 2019).

### **Metode Ekstraksi (Maserasi)**

Ekstraksi dilakukan untuk memisahkan senyawa aktif dari sampel menggunakan pelarut yang sesuai, dengan metode seperti maserasi, perkolasi, atau sokhletasi yang dipilih berdasarkan sifat bahan (Feng et al., 2019). Maserasi adalah metode perendaman bahan dalam pelarut organik pada suhu tertentu untuk memisahkan komponen aktif. Keberhasilan metode ini dipengaruhi oleh jenis, volume, dan waktu perendaman, di mana durasi yang lebih lama umumnya meningkatkan hasil ekstraksi selama tidak terjadi degradasi

senyawa (Selviana et al., 2024). Pelarut yang digunakan harus memenuhi kriteria tertentu seperti toksisitas rendah dan titik didih rendah (Feng et al., 2019). Contoh aplikasinya adalah penggunaan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) untuk *test kit* formalin melalui maserasi dengan etanol (Suryadnyani et al., 2021). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi pelarut etanol (60%–96%) sangat mempengaruhi kadar flavonoid total yang dihasilkan (Selviana et al., 2024).

### C. METODE

Jenis Penelitian yang dilakukan bersifat eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Analisis Obat dan Narkotika Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang. Bunga eceng gondok yang segar dan berwarna ungu terang diperoleh permukiman di sekitar Sungai Brantas Desa Ngares Kidul Kecamatan Gedeg Kabupaten Mojokerto

#### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah gelas ukur 100 ml, gelas ukur 10 ml, spatula, talenan, pisau, corong, batang pengaduk, labu ukur 100 ml, labu takar 50 ml, mortar, alu, penggaris, pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi, neraca analitik, rak tabung reaksi, penjepit kayu. Bahan yang digunakan adalah bunga eceng gondok segar, aquadest, kertas

saring, etanol 96%, 86%, 76%, dan 66%, larutan baku formalin 37%, sampel tahu.

#### Pembuatan Ekstrak Eceng Gondok

Disortir basah bunga eceng gondok segar dan ditimbang sebanyak 25 gram, kemudian tumbuk kasar menggunakan mortar dan alu. Selanjutnya ditambah pelarut etanol (96%, 86%, 76%, dan 66%.) dengan perbandingan antara bunga eceng gondok dan pelarut adalah 1:4. Campuran tersebut kemudian dimaserasi selama 24 jam dengan suhu ruang yaitu 25°C. Setelah 24 jam dilakukan penyaringan sehingga hanya filtratnya yang akan digunakan.

#### Preparasi Sampel Tahu

Disiapkan sampel tahu, setiap sampel dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu kontrol positif dan kontrol negatif. Pada kontrol positif, sampel direndam dalam larutan formalin 37% selama 30 menit, sedangkan pada kontrol negatif dilakukan perendaman dengan aquadest. Dihaluskan sampel tahu yang sudah direndam dan ditambahkan dengan aquadest lalu disaring untuk mendapatkan filtratnya (Suryadnyani et al., 2021).

#### Pengujian Ekstrak Eceng Gondok Pada Sampel Tahu

Larutan filtrat tahu diletakkan dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 2 ml, dimasukkan larutan ekstrak etanol bunga

eceng gondok sebanyak 2 ml. Amati perubahan warna yang terjadi pada kontrol positif dan kontrol negatif (Sulfiani & Sukmawati, 2020).

### **Penentuan Konsentrasi Optimum**

Ekstrak etanol bunga eceng gondok dengan variasi konsentrasi etanol mulai 66%, 76%, 86%, dan 96% masing-masing sebanyak 2 ml ditambahkan dengan larutan formalin konsentrasi 37% sebanyak 2 ml. Amati perubahan warna yang terjadi, lalu dibandingkan untuk menentukan pada konsentrasi etanol berapa perubahan warna paling jelas terlihat.

### **3.6. Uji Komparasi Warna**

Dibuat variasi pH dari 1-14 dengan cara masing-masing larutan pH dibuat dalam volume total 10 mL dalam tabung reaksi bersih. pH 1 hingga pH 6 disiapkan dengan menambahkan larutan HCl 1 M secara bertahap ke dalam akuades, dan pH diukur menggunakan kertas indikator universal hingga mencapai nilai yang diinginkan. Untuk pH netral (pH 7), digunakan akuades tanpa penambahan asam atau basa. Sementara itu, pH 8 hingga pH 14 dibuat dengan cara menambahkan larutan NaOH 1 M secara bertahap ke dalam akuades, kemudian dilakukan pengukuran pH untuk memastikan setiap variasi telah sesuai. Kemudian sampel tahu direndam dalam

larutan pH variasi pH 1-14 selama 30 menit. Dilanjutkan dengan diambil larutan filtrat sampel tahu dan diletakkan dalam tabung reaksi masing-masing sebanyak 2 ml, kemudian ditambahkan dengan larutan ekstrak bunga eceng gondok masing-masing sebanyak 2 ml. Hasil perubahan warna tiap tabung dibandingkan dengan kontrol positif.

### **3.7. Uji Limit Deteksi**

Direndam tahu yang sudah dihancurkan dalam larutan formalin dengan konsentrasi 1%, 5%, dan 10% masing-masing sebanyak 10 mL selama 30 menit pada suhu ruang. Selanjutnya, ekstrak tahu yang sudah direndam formalin diambil sebanyak 2 mL dan ditambahkan etanol bunga eceng gondok dengan konsentrasi 96% masing-masing sebanyak 2 ml. Perubahan warna yang terjadi dibandingkan dengan kontrol negatif, hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna ekstrak menjadi merah muda

## **D. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Optimasi Konsentrasi Pelarut Ekstrak**

Metode ekstraksi maserasi dipilih dalam penelitian ini karena merupakan teknik sederhana, efektif, dan efisien untuk mengekstrak senyawa aktif dari bahan alam seperti bunga eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), terutama senyawa polar seperti flavonoid dan antosianin (Angriani, 2019). Maserasi melibatkan perendaman bahan

tumbuhan dalam pelarut etanol pada suhu ruang selama periode waktu tertentu. Metode ini tidak memerlukan peralatan kompleks dan menjaga kestabilan senyawa aktif karena tidak melibatkan suhu tinggi, yang dapat menyebabkan degradasi (Sarker et al., 2006). Penggunaan variasi konsentrasi pelarut etanol 66%, 76%, 86%, dan 96% ini dimaksudkan untuk menentukan konsentrasi optimum yang diperlukan untuk mengekstrak antosianin dalam bunga eceng gondok. Dengan melakukan variasi konsentrasi pelarut dapat menemukan kondisi optimal untuk ekstraksi antosianin dari berbagai sumber, sehingga dapat memaksimalkan hasil dan efisiensi proses ekstraksi (Tena & Asuero, 2022). Berdasarkan hasil warna ekstrak pada konsentrasi 66% menghasilkan warna lebih pudar dibandingkan dengan ekstrak dengan konsentrasi 96%, hal ini sejalan dengan pendapat Yunita & Khodijah (2020) Pelarut konsentrasi tinggi menghasilkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan pelarut dengan konsentrasi rendah.

Sampel tahu yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahu yang tidak dan tahu yang berformalin, dimana tahu yang tidak berformalin direndam dalam aquades (kontrol negatif) dan tahu berformalin dibuat dengan cara merendam tahu kedalam larutan formalin 37% selama 30 menit (kontrol

positif) Pemilihan waktu 30 menit untuk memberikan waktu yang cukup agar interaksi kimia antara larutan dan komponen penyusun tahu (seperti protein) dapat terjadi secara optimal. Setelah proses perlakuan selesai, seluruh sampel dari kedua kelompok tersebut kemudian dihaluskan dan disaring untuk memperoleh filtrat (Suryadnyani et al., 2021). Filtrat inilah yang selanjutnya digunakan dalam pengujian kualitatif untuk dideteksi adanya formalin menggunakan indikator alami ekstrak etanol bunga eceng gondok.

Pada tahap ini, filtrat hasil sampel tahu yang telah diproses dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan larutan ekstrak etanol bunga eceng gondok dengan berbagai konsentrasi pelarut yaitu 66%, 76%, 86%, dan 96% masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam tabung reaksi. Pelarut konsentrasi rendah menghasilkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan pelarut dengan konsentrasi tinggi. Antosianin adalah bagian dari kelompok flavonoid yang berfungsi sebagai senyawa bioaktif karena memiliki sifat antioksidan (Selviana et al., 2024). Campuran dibiarkan bereaksi selama beberapa menit, dan perubahan warna diamati secara visual. Hasil pengamatan kemudian dibandingkan antar variasi konsentrasi untuk menentukan perubahan warna yang paling signifikan,

yang dapat diamati secara kasat mata sebagai indikator adanya formalin. Hasil reaksi ini kemudian dibandingkan dengan dua kontrol utama, yaitu kontrol positif dan kontrol negatif.

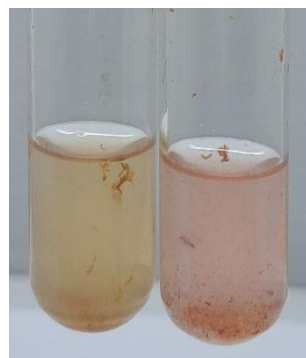
Prinsip pengujian ini mengandalkan reaksi kimia antara senyawa antosianin dalam ekstrak bunga eceng gondok dengan gugus aldehid dari formalin yang membentuk kompleks berwarna berbeda, sebagaimana dijelaskan oleh Sulfiani & Sukmawati (2020), yang menyatakan bahwa indikator alami dapat memberikan respon warna yang khas terhadap kehadiran formalin berdasarkan interaksi senyawa bioaktif di dalamnya. Berikut ini merupakan hasil uji kualitatif formalin dengan penambahan ekstrak bunga eceng gondok pada tabel 1.

**Tabel 1** Hasil pengujian ekstrak bunga eceng gondok

Konsentrasi Pelarut	Warna Awal Ekstrak	Warna Setelah Reaksi Dengan Formalin
66%	Kuning Pudar	Coklat Sedikit Kuning
76%	Coklat Pudar	Kuning
86%	Kuning	Kuning sedikit merah muda
96%	Kuning Kecoklatan	Merah Muda

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak, semakin intens warna yang dihasilkan saat bereaksi dengan tahu berformalin. Ekstrak dengan konsentrasi 96% memberikan perubahan

warna paling jelas dan tajam, yakni dari kuning kecoklatan menjadi merah muda, dibandingkan konsentrasi 66% yang menunjukkan perubahan warna paling samar. Warna yang terbentuk disebabkan oleh reaksi gugus hidroksil fenolik dalam senyawa antosianin dengan gugus aldehida dalam formalin, membentuk senyawa kompleks yang mengubah sifat spektrum cahaya yang dipantulkan oleh zat warna (Khoo et al., 2017). Warna dari hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 2.



(kiri) Ekstrak bunga eceng gondok dengan konsentrasi pelarut 96%, (kanan) Ekstrak bunga eceng gondok konsentrasi pelarut 96% dengan ekstrak tahu yang sudah ditambahkan formalin

Gambar 2 perbedaan warna ekstrak awal dan dengan ditambahkan formalin

Efektivitas konsentrasi pelarut ekstrak 96% dalam mendeteksi formalin dapat dijelaskan melalui prinsip dasar konsentrasi: semakin tinggi konsentrasi senyawa aktif dalam larutan, semakin besar kemampuannya untuk bereaksi dengan formalin yang ada pada sampel (Yunita & Khodijah, 2020). Pada

konsentrasi yang lebih rendah (66% dan 76%), meskipun reaksi tetap terjadi, intensitas warna yang muncul lebih lemah sehingga deteksi menjadi kurang tegas. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimal untuk penggunaan ekstrak bunga eceng gondok sebagai indikator visual formalin dalam tahu adalah pada konsentrasi 96%.

Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Rajarajan et al. (2021), yang melaporkan bahwa ekstrak bunga eceng gondok mengandung antosianin dan flavonoid yang mampu mengalami perubahan warna dalam kondisi asam atau saat bereaksi dengan aldehida, yang dapat menjadikannya indikator alami. Selain itu, menurut Baehaki et al. (2022) senyawa flavonoid dalam bunga eceng gondok menunjukkan stabilitas warna yang cukup baik saat digunakan dalam deteksi kimia sederhana, meskipun tetap dipengaruhi oleh pH dan cahaya.

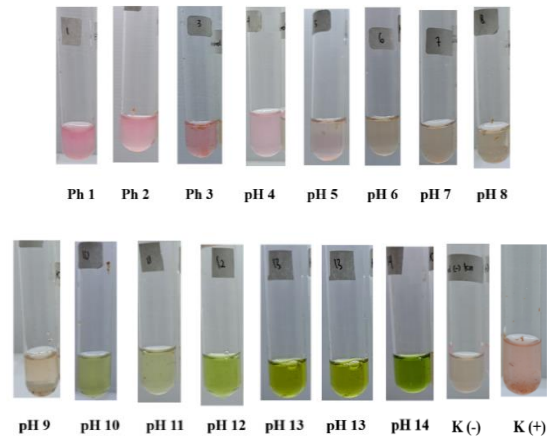
#### **4.2 Uji Komparasi Warna**

Uji komparasi warna digunakan untuk membandingkan perubahan warna larutan uji dengan kontrol sebagai indikator keberadaan senyawa target atau perubahan kondisi kimia, seperti pH atau reaksi spesifik (Ambarati et al., 2023). Uji komparasi warna dengan antosianin pada variasi pH dilakukan untuk mengamati perubahan warna larutan ekstrak

sebagai respons terhadap kondisi keasaman atau kebiasaan berbeda. Antosianin diketahui bersifat pH-sensitif, menampilkan warna merah pada kondisi asam kuat, ungu pada pH mendekati netral, dan biru atau kuning kehijauan pada kondisi basa, sehingga memungkinkan identifikasi visual perbedaan pH melalui perbandingan warna. Antosianin adalah pigmen alami yang warnanya dapat berubah tergantung pada pH lingkungannya. Perubahan warna ini disebabkan oleh perubahan struktur molekul antosianin yang bersifat ionik yang bereaksi berbeda pada kondisi asam, netral, dan basa (Khoo et al., 2017; Ayun et al., 2022; Zhao et al., 2022), sehingga pada penelitian ini digunakan larutan HCl, aquades dan NaOH dengan pH 1 - 14. Larutan dengan pH 1 -14 yang telah disiapkan, masing-masing digunakan untuk merendam sampel tahu selama 30 menit. Setelah proses perendaman, filtrat dari masing-masing perlakuan diuji dengan menambahkan larutan ekstrak bunga eceng gondok dalam jumlah yang sama. Perbandingan warna yang dihasilkan dari masing-masing perlakuan dengan kontrol positif menjadi parameter yang diamati pada uji komparasi warna.

Ekstrak bunga eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan variasi warna yang menarik saat direaksikan dengan

larutan pH yang berbeda. Pada pH 1, ekstrak ini berwarna pink kemerahan, menunjukkan sifat asam yang kuat. Gradien warna yang diamati mengarah pada pH yang semakin tinggi, di mana warna berangsur menjadi kuning pada pH netral dan akhirnya hijau pada pH yang lebih basa (sekitar pH 14). Pada pH 1, ditekankan bahwa warna pink kemerahan yang dihasilkan adalah indikator dari keasaman yang kuat, sedangkan pada pH yang lebih tinggi, perubahan warna yang lebih terang seperti hijau menunjukkan transisi ke kondisi basa. Perubahan warna ini menunjukkan adanya indikator pH alami dalam bunga eceng gondok yang dapat digunakan sebagai alat visual untuk mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaaan suatu larutan (Syafutri et al., 2019). Warna tersebut dibandingkan dengan larutan ekstrak bunga eceng gondok yang sudah ditambahkan larutan ekstrak tahu berformalin menghasilkan perubahan warna menjadi merah muda, dan hasil pada variasi konsentrasi pH tidak menunjukkan adanya kesamaan warna sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak bunga eceng gondok ini selektif terhadap formalin. Namun sebaiknya pada pengujian selektivitas, masing-masing variasi pH ditambahkan juga formalin sama seperti perlakuan pada kontrol positif.



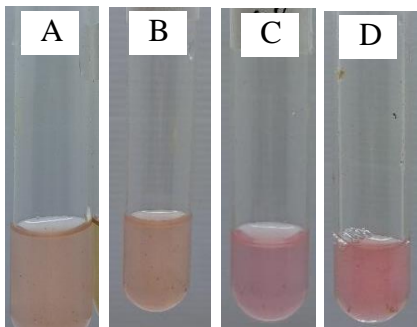
Filtrat tahu yang sudah direndam larutan pH 1-14 dan ditambahkan ekstrak bunga eceng gondok, k (-) adalah kontrol negatif yaitu larutan ekstrak bunga dengan aquades, k (+) adalah ekstrak tahu berformalin yang sudah ditambahkan larutan ekstrak bunga eceng gondok.

Gambar 3 Hasil uji selektivitas pada ekstrak bunga eceng gondok

#### 4.3 Uji Limit Deteksi

Uji limit deteksi untuk menunjukkan konsentrasi terkecil analit dalam sampel yang masih dapat dideteksi. Proses penelitian ini dimulai dengan merendam tahu yang telah dihancurkan pada larutan formalin 1%, 5%, dan 10%, masing-masing sebanyak 10 mL selama 30 menit pada suhu ruang. Pemilihan konsentrasi formalin 1%, 5%, dan 10%, didasarkan pada pertimbangan bahwa nilai tersebut merepresentasikan kemungkinan tingkat kontaminasi formalin yang umum ditemukan pada produk pangan dipasaran. Selain itu, rentang ini digunakan untuk menentukan ambang batas minimum di mana ekstrak antosianin dari bunga eceng gondok dapat menunjukkan perubahan warna yang

jelas sebagai respons terhadap keberadaan formalin. Rentang konsentrasi tersebut juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menguji efektivitas indikator alami terhadap formalin secara kualitatif (Yuliantini, 2019). Waktu kontak selama 30 menit dipilih agar formaldehida memiliki kesempatan untuk meresap secara optimal ke dalam matriks protein tahu, memungkinkan terjadinya reaksi ikatan silang dan hasil visual yang dapat diamati secara jelas (Enjelina & Erda, 2022). Ekstrak hasil perendaman kemudian diambil masing-masing sebanyak 2 mL, lalu ditambahkan 2 mL ekstrak etanol bunga eceng gondok. Antosianin dalam ekstrak ini bereaksi terhadap formalin menghasilkan perubahan warna menjadi merah muda.



Tabung (A) ekstrak bunga eceng gondok, (B) konsentrasi formalin 1% dengan ekstrak bunga eceng gondok, (C) konsentrasi formalin 5% dengan ekstrak bunga eceng gondok, (D) konsentrasi formalin 10% dengan ekstrak bunga eceng gondok.

Gambar 4 Uji limit deteksi

Tabung reaksi (A) berisi ekstrak bunga eceng gondok yang memiliki warna oranye. Warna ini merupakan warna alami dari ekstrak yang belum mengalami interaksi dengan formalin.

Tiga tabung berikutnya yaitu (B, C dan D) menunjukkan larutan ekstrak yang telah dicampurkan dengan larutan formalin masing-masing sebesar 1%, 5%, dan 10%. Setelah penambahan formalin, terjadi perubahan warna yang cukup jelas, dari kuning kecoklatan menjadi gradasi warna merah muda (pink) yang semakin intens seiring dengan meningkatnya konsentrasi formalin. Perubahan warna ini mengindikasikan adanya reaksi antara senyawa antosianin dalam ekstrak bunga eceng gondok dengan formalin. Antosianin merupakan pigmen yang peka terhadap perubahan kondisi kimia, termasuk kehadiran senyawa formaldehida. Pada konsentrasi formalin 1%, warna berubah menjadi pink muda, dan menjadi lebih pekat pada konsentrasi 5% serta 10%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bunga eceng gondok mampu merespons keberadaan formalin meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Intensitas warna pink yang semakin kuat menunjukkan bahwa ekstrak bunga eceng gondok memiliki potensi sebagai indikator kualitatif untuk mendeteksi keberadaan formalin, karena mampu menunjukkan perubahan visual yang signifikan terhadap variasi konsentrasi formalin.

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa antosianin dari berbagai tanaman seperti ubi jalar ungu dan kol ungu efektif untuk mendeteksi formalin dengan perubahan warna yang khas, bahkan pada konsentrasi rendah seperti 1%, sehingga disimpulkan bahwa metode ini sensitif dan dapat mendeteksi formalin setidaknya hingga konsentrasi terendah tersebut.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol bunga eceng gondok yang mengandung antosianin dapat berfungsi sebagai indikator alami untuk mendeteksi formalin pada tahu secara kualitatif, dengan perubahan warna spesifik pada konsentrasi 96% yang menandakan respons visual yang jelas. Uji komparasi warna dengan variasi pH membuktikan pengaruh pH terhadap warna protein tahu, mendukung mekanisme kerja indikator ini, dan metode ini terbukti sensitif hingga konsentrasi formalin 1%, sehingga dinilai inovatif, ramah lingkungan, dan efektif untuk mendeteksi bahan kimia berbahaya dalam pangan. Berdasarkan hasil tersebut, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai ekstrak etanol bunga eceng gondok sebagai indikator alami untuk deteksi kualitatif formalin, serta melakukan pengujian ulang terhadap variasi

pH guna mengetahui selektivitas ekstrak bunga eceng gondok secara lebih mendalam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alsahan, I. W., Mohammad, H. A., & Al-Blesh, A. H. (2023). Response of Anatomical Characteristics of Nile Flower Eichhornia crassipes to Environmental Changes and their Impact on Tigris Water Quality. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1222(1), 12043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1222/1/012043>*
- Ambarati, T., Wahyudi, N. Y., Indratno, S. H. A., Nurfadhila, L., & Utami, M. R. (2023). Article Review: Validation of Analysis Methods for Determining Paracetamol Content in Biological Samples Using Various Methods Review Artikel: Validasi Metode Analisis Penetapan Kadar Parasetamol Dalam Sampel Biologis Dengan Berbagai Metode. Journal of Pharmaceutical and Sciences, 6(2), 838–847. <https://journal-jps.com/new/index.php/jps/article/view/157>*
- Ayu, B. M., Asworo, R. Y., & Widayanti, E. (2024). Analisis Kualitatif Kandungan Formalin Pada Tahu Sutra Yang Beredar Di Pasar Baru Porong Sidoarjo. PRIMER : Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(3 SE-Articles), 189–195. <https://doi.org/10.55681/primer.v2i3.340>*
- Ayun, Q., Khomsiyah, & Ajeng, A. (2022). Pengaruh pH Larutan Terhadap Kestabilan Warna Senyawa Antosianin yang Terdapat pada Ekstrak Kulit Buah Naga (Hylocereus costaricensis). Jurnal Crystal : Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya, 4(1 SE-Articles), 1–6. <https://doi.org/10.36526/jc.v4i1.2090>*
- Baehaki, A., Lestari, S. D., Agustina, W., & Putri, S. D. (2022). Phytochemical*

- Analysis and Antioxidant Activity of Water Hyacinth Flowers (Eichhornia Crassipes) Extract. Pharmacognosy Journal*, 14(6s).  
<https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.196>
- Deshlahre, A., & Kulkarni, P. (2024). *Eichhornia Crassipes leaf extract: Phytochemical analysis and antioxidant activity. Spectrum of Emerging Sciences*, 4(2), 43–48.  
<https://doi.org/10.55878/SES2024-4-2-9>
- Dewi, A. O. T., & Avif, A. N. (2023). *Total Fenolik, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms). Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(2), 132–139.  
<https://doi.org/10.25026/jsk.v5i2.1728>
- Enjelina, W., & Erda, Z. (2022). *Bahan Organik Rumah Tangga sebagai Pendeteksi Formalin pada Makanan*. 1(4), 102–110.  
<https://doi.org/10.29103/jkkmm.v1i4.9257>
- Febriaty, I. R., Dali, N., Inayah, S., H. Apriyanto, Dewi, C., Mayasari, E., Juwairiah, Suci, F. C., Sani, S. K., Parwata, I. M. O. A., Akbar, N. H., & Nisah, F. A. (2025). *Kimia Organik (W. Yuliani (ed.); 1st ed.). Lingkar Edukasi Indonesia*.
- Feng, W., Hao, Z., Li, M., & Zhang, J. (2019). *Analytical Methods of Isolation and Identification (A. V. Rao, D. R. A. Mans, & L. Rao (eds.)). IntechOpen*.  
<https://doi.org/10.5772/intechopen.88122>
- Hasnat, H., Riti, S. J., Shompa, S. A., Alam, S., Islam, M. M., Kabir, F., Khan, M. S., Shao, C., Zeng, C., Wang, S., Geng, P., & Al Mamun, A. (2024). *Unveiling the Therapeutic Potentials of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) Flower against Oxidative Stress, Inflammation and Depressive Disorders: GC-MS/MS, In Vitro, In Vivo and In Silico Approaches. Chemistry & Biodiversity*, 21(12), e202401268.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cbdv.202401268>
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). *Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. Food & Nutrition Research*, 61(0 SE-Review Articles).  
<https://foodandnutritionresearch.net/index.php/fnr/article/view/1257>
- Mendoza, J., Basilio, N., Pina, F., Kondo, T., & Yoshida, K. (2018). *Rationalizing the Color in Heavenly Blue Anthocyanin: A Complete Kinetic and Thermodynamic Study. The Journal of Physical Chemistry B*, 122(19), 4982–4992.  
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b01136>
- Novianty, & Yulianzah, R. (2023). *Deteksi Formalin pada Tahu Menggunakan Ekstrak Antosianin dari Kulit Buah Naga (Hylocereus polyrhizus). Jurnal Masker Medika*, 11, 190–194.  
<https://doi.org/10.52523/maskermedika.v11i1.535>
- Rajajaran, S., Sivakrishnan, S., & Ganesan, V. (2021). *In-vitro Cytoprotective Activity of Eichhornia crassipes Flowers Against Hydrogen Peroxideinduced Oxidative Stress in BRL 3A Rat Liver Cells. Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(41A SE-Original Research Article), 150–166.  
<https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i41A32313>
- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Cappellini, F., Reiner, Ž., Zorzan, D., Imran, M., Sener, B., Kilic, M., El-Shazly, M., Fahmy, N. M., Al-Sayed, E., Martorell, M., Tonelli, C., Petroni, K., Docea, A. O., Calina, D., & Maroyi, A. (2020). *The*

- Therapeutic Potential of Anthocyanins: Current Approaches Based on Their Molecular Mechanism of Action. Frontiers in Pharmacology, 11, 1300. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.01300>*
- Sarker, S. D., Latif, Z., & Gray, A. I. (2006). *Natural Products Isolation (2nd ed.) Humana Press.*
- Selviana, A. P., Khoirotunnisa, U., Ulandari, A. S., Rahayu, I. D., & Andrifianie, F. (2024). Pengaruh Konsentrasi dan Volume Etanol Terhadap Rendemen Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Pada Metode Ekstraksi Maserasi. *Jurnal Agromedicine Unila: Jurnal Kesehatan Dan Agromedicine, 11(2 SE-Artikel), 94–100. <https://doi.org/10.23960/jka.v11i2.pp94-100>*
- Singal, S. (2017). *Eichhornia crassipes-A Menace to Fresh Water Bodies and Its Sustainable Ethanol Extraction: Mini Review. Recent Advances in Petrochemical Science, 2(3), 0044–0046. <https://doi.org/10.19080/RAPSCI.2017.02.555587>*
- Sulfiani, S., & Sukmawati, S. (2020). Pemanfaatan Ekstrak Bunga Mawar Merah (*Rosa hybrida*) Asal Desa Bonto Majannang Kabupaten Bantaeng sebagai Indikator Formalin pada Ikan Asin. *Jurnal Abdidas, 1(5 SE-), 478–486. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v1i5.99>*
- Sumiati, S. (2019). Purple Cabbage Extracts (*Brassica oleracea L*) as Tofu's Formalin Indicators. *Integrated Lab Journal, Vol. 7 No. 1 (2019): Integrated Lab Journal, 44–55. <https://doi.org/10.14421/ilj.2019.%x>*
- Suryadnyani, N. M. D., Ananto, A. D., & Deccati, R. F. (2021). *Pembuatan Paper Kit Test Ekstrak Etanol Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) Untuk Identifikasi Formalin Pada Makanan. LUMBUNG FARMASI ; Jurnal Ilmu Kefarmasian, 2(2), 118–124. <https://doi.org/10.31764/lf.v2i2.5494>*
- Syafutri, M. I., Pratama, F., & Yanda, G. P. (2019). Sifat Fisikokimia Zat Pewarna dari Bunga Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diekstrak dengan Metode Microwave Assisted Extraction (MAE). *Jurnal Lahan Suboptimal : Journal of Suboptimal Lands, 8(1 SE-Articles), 94–106. <https://doi.org/10.33230/JLSO.8.1.2019.417>*
- Tena, N., & Asuero, A. G. (2022). Up-To-Date Analysis of the Extraction Methods for Anthocyanins: Principles of the Techniques, Optimization, Technical Progress, and Industrial Application. In *Antioxidants (Vol. 11, Issue 2, p. 286). <https://doi.org/10.3390/antiox11020286>*
- Tindal, R. A., Jeffery, D. W., & Muhlack, R. A. (2024). Nonlinearity and anthocyanin colour expression: A mathematical analysis of anthocyanin association kinetics and equilibria. *Food Research International, 183, 114195. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114195>*
- Wahyono, B. S., Hersoelistyorini, W., & Suyanto, A. (2016). Identification of Formalin Use on White Tofu in Kedungmundu and Randusari Market of Semarang. *Jurnal Pangan Dan Gizi, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.26714/jpg.6.1.2016.%p>*
- Youssef, F., Aysa, N., & Ashour, M. (2021). *Eichhornia crassipes: Shedding Light on its Chemical Composition, Biological Activities and Industrial Uses. In Ethnopharmacology of Wild Plants (1st ed., pp. 184–200). CRC Press.*

<https://doi.org/10.1201/9781003052814-10>

- Yuliantini, A. (2019). *DETEKSI FORMALIN DALAM MAKANAN DENGAN INDIKATOR ALAMI DARI EKSTRAK BUNGA TELANG (CLITORIA TERNATEA L.)*. *Journal of Pharmacopolium*, 1. <https://doi.org/10.36465/jop.v1i3.426>
- Yunita, E., & Khodijah, Z. (2020). *Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol saat Maserasi terhadap Kadar Kuersetin Ekstrak Daun Asam Jawa (Tamarindus indica L.) secara Spektrofotometri UV-Vis*. *PHARMACY: Jurnal Farmasi Indonesia (Pharmaceutical Journal of Indonesia)*, 17(2 SE-PHARMACY), 273–280. <https://doi.org/10.30595/pharmacy.v17i2.6841>
- Zhao, L., Liu, Y., Zhao, L., & Wang, Y. (2022). *Anthocyanin-based pH-sensitive smart packaging films for monitoring food freshness*. *Journal of Agriculture and Food Research*, 9, 100340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100340>