BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bunga Eceng Gondok

2.1.1 Morfologi

Eceng gondok *(Eichhornia crassipes)* adalah tanaman air tawar yang tumbuh mengapung di permukaan air dan kadang-kadang berakar di tanah. Tumbuhan ini banyak ditemukan di perairan tawar di Indonesia, dimana ia menyerap nutrien dalam proses pertumbuhannya. Eceng gondok memiliki tingkat pertumbuhan yang sangat cepat, sehingga sering dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Pertumbuhannya yang pesat dapat menyebabkan sungai atau perairan menjadi dangkal, serta mengganggu proses aerasi akibat terhalangnya sinar matahari yang seharusnya masuk ke dalam air. Hal ini disebabkan oleh kerapatan tanaman eceng gondok yang dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari, yang penting bagi kehidupan organisme air lainnya.

Tanaman ini memiliki tinggi antara 0,4 hingga 0,8 meter, dengan batang pendek berdiameter 1-2,5 cm dan panjang hingga 30 cm. Daunnya lentur dengan bentuk agak bulat, diameter mencapai 1,5 cm, berwarna hijau terang, dan tampak berkilau di bawah sinar matahari. Bunganya memiliki kelopak berwarna ungu muda, dan setiap tangkai bunga mampu menghasilkan hingga 500 biji (Sumarjono, 2009). Eceng gondok tidak memiliki batang, dan daunnya tunggal berbentuk oval dengan ujung dan pangkal yang meruncing. Pangkal tangkai daunnya menggelembung, permukaan daunnya licin, dan berwarna hijau. Bunganya termasuk bunga majemuk yang berbentuk bulir, dengan kelopak berbentuk tabung. Akar tanaman ini adalah akar serabut. Eceng gondok berkembang biak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangannya umumnya terjadi secara vegetatif melalui stolon (rimpang), yang memungkinkan tanaman ini menyebar dengan cepat. Kondisi optimum untuk pertumbuhannya memerlukan waktu antara 11 hingga 18 hari (R. Nuryana, 2016).



Gambar 1 *Bunga Eceng Gondok*

2.2.2 Kandungan Bunga Eceng Gondok

Eceng gondok mengandung berbagai senyawa aktif yang memiliki manfaat penting, seperti flavonoid, alkaloid, steroid, terpenoid, antosianin, dan tanin. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki beragam khasiat, mulai dari sifat antioksidan, antiinflamasi, hingga potensi untuk mendukung pengobatan alami berbagai penyakit (Jayanthi, 2013). Dalam bidang kesehatan, senyawa yang terkandung dalam eceng gondok memiliki berbagai manfaat, termasuk sebagai agen antioksidan (Tulika,2017), antibakteri, antifungi (Rorong,2012), antitumor (Taqi,2019) antikanker (Haggag,2017), antikoroner (Tyagi,2017), dan antiinflamasi (Jayanthi,2013). Karena sifat kepolaran senyawa aktif ini berbeda-beda, diperlukan penggunaan pelarut yang sesuai untuk mengekstraksi masing-masing senyawa secara efektif.

Senyawa fenolik adalah kelompok senyawa kimia yang umum ditemukan pada berbagai bagian tanaman seperti daun, akar, dan tangkai daun. Senyawa ini memiliki banyak kegunaan, terutama karena keberadaan satu atau lebih gugus hidroksil yang melekat pada struktur cincin aromatiknya (Heri, 2020). Ribuan jenis senyawa fenolik telah diidentifikasi di alam, dengan flavonoid menjadi salah satu kelompok yang paling melimpah. Flavonoid sendiri dikenal luas karena sifat antioksidan, antiinflamasi, dan potensinya dalam kesehatan manusia serta aplikasinya dalam berbagai industri.

Flavonoid adalah kelompok senyawa yang semakin banyak menjadi fokus untuk penelitian. Senyawa ini, memiliki kemampuan bertindak sebagai agen antibakteri yang efektif melawan mikroorganisme serta sebagai antioksidan. Flavonoid ini mengandung senyawa salah satunya adalah antosianin yang umumnya ditemukan di berbagai tumbuhan salah satunya pada bunga.

Bunga eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pewarna alami. Antosianin yang terkandung di dalamnya adalah pigmen yang menghasilkan warna-warna menarik seperti merah, ungu, dan biru, menjadikannya cocok untuk digunakan sebagai pewarna alami. Pewarna alami ini lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pewarna sintetis karena tidak menghasilkan limbah kimia berbahaya.

2.3 Antosianin

Antosianin adalah bagian dari kelompok flavonoid yang berfungsi sebagai senyawa bioaktif karena memiliki sifat antioksidan (Bulgea dan Paramas 2018). Antosianin berperan dalam memberikan warna orange, merah, dan ungu pada tumbuhan. Antosianin yang terdapat pada tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada makanan, seperti yang dijelaskan oleh Armanzah dan Hedrawati (2016). Selain berfungsi sebagai pewarna, antosianin juga merupakan antioksidan yang bermanfaat bagi tubuh, di antaranya dapat mengurangi risiko terjadinya penyakit degeneratif, seperti kanker dan penyakit jantung (Djaeni et al., 2017). Antioksidan yang berasal dari antosianin berfungsi sebagai peredam atau pemerangkap, di mana molekul tersebut dapat bereaksi dengan radikal bebas dan menetralkannya. Reaksi oksidasi yang berlebihan dalam tubuh dapat menghasilkan radikal bebas yang sangat aktif dan dapat merusak struktur dan fungsi sel dalam tubuh (Djaeni et al., 2017).

Antosianin dapat ditemukan pada tumbuhan yang memiliki warna merah, ungu, atau merah gelap, seperti buah mulberry, blueberry, cherry, anggur, serta beberapa tanaman, termasuk bunga mawar, kembang sepatu, bunga telang dan juga bunga eceng gondok (Sangadji et al., 2017). Ekstrak diperoleh melalui proses ekstraksi, yang bertujuan untuk memisahkan senyawa aktif dari bahan sampel dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Hal ini dilakukan agar menghasilkan ekstrak yang sesuai dengan kebutuhan. Beberapa metode ekstraksi yang sering digunakan meliputi maserasi, sokhletasi, infusa, perkolasi, dan dekoksi. Masing-masing metode ini dipilih berdasarkan sifat bahan dan senyawa aktif yang dibutuhkan (Pandey & Tripathi 2014).

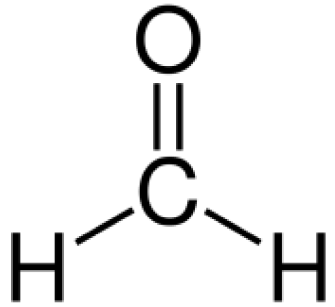
2.4. Maserasi

Maserasi adalah metode ekstraksi senyawa yang dilakukan dengan merendam bahan dalam pelarut organik pada suhu tertentu untuk memisahkan komponen aktif dari matriksnya (karina, 2016). Keberhasilan maserasi dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu jenis pelarut yang digunakan, jumlah atau volume pelarut, serta durasi waktu proses maserasi. Memilih pelarut yang sesuai sangat penting karena sifat kelarutan senyawa aktif berbeda-beda. Pelarut organik seperti etanol, metanol, atau air sering digunakan berdasarkan polaritas senyawa yang akan diekstrak. Jumlah pelarut harus mencukupi untuk menutupi bahan tanaman sepenuhnya, sehingga ekstraksi berlangsung secara optimal. Waktu perendaman mempengaruhi sejauh mana senyawa aktif dapat larut ke dalam pelarut. Durasi yang lebih lama biasanya meningkatkan hasil ekstraksi, meskipun ada batas optimal agar senyawa tidak terdegradasi (Sarker et al., 2006; Yulianingtyas & Kusmartono, 2016). Pelarut yang digunakan harus memenuhi beberapa kriteria, seperti memiliki tingkat toksisitas yang rendah, tidak mudah terbakar, tidak bersifat korosif, aman dari risiko ledakan, memiliki titik didih rendah, reaktivitas kimia yang minimal, viskositas rendah, dan tersedia dengan harga yang ekonomis (Handa et al., 2008).

Kelebihan utama metode ini adalah tidak memerlukan alat yang canggih dan rumit. Selain itu, metode maserasi sangat cocok untuk mengekstrak senyawa aktif yang sensitif terhadap panas, karena dilakukan tanpa pemanasan sehingga dapat mempertahankan kestabilan senyawa. Pada penelitian (Suryadnyani et al., 2021) membuat test kit dari ekstrak bunga telang untuk mendeteksi formalin dengan metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut ethanol. Penelitian yang dilakukan oleh (Yunita & Khodijah, 2020) menunjukkan bahwa pelarut etanol dengan konsentrasi 60%, 70%, 80% dan 96% dapat mempengaruhi kadar flavonoid total yang dihasilkan pada masing-masing ekstrak. 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 (Bulgea dan Paramas 2018).

2.5 Formalin

Formaldehida adalah senyawa organik yang termasuk dalam kelompok aldehida. Senyawa ini memiliki titik beku di atas 92°C dan titik didih pada suhu 300°C dengan pH 2-4. Sebagai bahan kimia tambahan yang sangat kuat, formaldehida dilarang untuk digunakan dalam makanan karena dapat berbahaya bagi kesehatan. Meskipun demikian, ada kemungkinan formaldehida digunakan secara ilegal untuk mengawetkan berbagai jenis makanan, seperti susu, tahu, mie, ikan asin, ikan basah, dan produk makanan lainnya. Struktur kimia formaldehida adalah CH_2O, yang terdiri dari satu atom karbon yang terikat dengan dua atom hidrogen dan satu kelompok karbonil (C=O).



Gambar 2 *Struktur molekul formalin*

Larutan formaldehid, yang dikenal dengan nama dagang formalin, memiliki rumus molekul CH_2O dan mengandung sekitar 37% formaldehida dalam air. Pada umumnya formalin juga dijual dalam bentuk teknis dengan konsentrasi 10-15%. (Mulyati, 2023). Formalin adalah cairan bening, tidak berwarna atau hampir tidak berwarna, dengan bau yang sangat menyengat dan uapnya dapat merangsang selaput hidung dan tenggorokan. Formalin dapat larut dalam air dan etanol (95%) , memiliki titik didih sekitar 21°C, dan berat jenisnya 0,815 (Cahyadi, 2023).

2.5.1 Kegunaan Formalin

Formalin memiliki berbagai manfaat jika digunakan dengan tepat, dan dapat memberikan manfaat yang baik dalam berbagai bidang kehidupan. Berikut adalah beberapa kegunaan formalin:

a. Membunuh bakteri: Formalin digunakan untuk membersihkan lantai, gudang, pakaian, serta sebagai pembasmi lalat dan berbagai serangga lainnya.

b. Bahan campuran: Formalin digunakan dalam pembuatan sutra buatan, zat pewarna, cermin kaca, dan bahan peledak.
c. Fotografi: Dalam dunia fotografi, formalin digunakan untuk mengeraskan lapisan gelatin dan kertas foto.
d. Pertanian: Formalin digunakan sebagai desinfektan, germisida, dan fungisida untuk tanaman dan sayuran, serta sebagai bahan pembuatan pupuk dalam bentuk urea.
e. Medis: Di bidang medis, formalin berfungsi sebagai disinfektan, bakterisida, dan fungisida untuk tanaman dan sayuran, serta digunakan dalam pembuatan pupuk.
f. Kosmetika dan parfum: Formalin digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan parfum, bahan pengawet produk kosmetik, dan pengeras kuku.
g. Formalin digunakan sebagai pengawet untuk berbagai barang konsumen, seperti pembersih rumah tangga, cairan pencuci piring, pelembut, perawat sepatu, sampo mobil, lilin, dan pembersih karpet, namun hanya dalam konsentrasi yang sangat kecil, yaitu kurang dari 1% (Syarfaini, 2015).

Formalin juga sering disalah gunakan oleh oknum yang tak bertanggung jawab untuk ditambahkan pada olahan makanan, salah satunya tahu dengan tujuan agar tahu tidak mudah busuk dan tidak mudah hancur.

2.6 Test Kit Formalin

Test kit uji formalin merupakan perangkat yang digunakan untuk melakukan tes cepat terhadap kandungan formalin pada bahan makanan atau minuman. Berbagai produk test kit uji formalin tersedia di pasaran dengan berbagai merek dan kelebihan masing-masing. Sampel dianggap mengandung formalin jika terjadi perubahan warna menjadi ungu saat dicampur dengan Pereaksi FO-1 (NaOH) dan FO-2 (Kromatofat). Warna ungu tersebut dihasilkan karena pembentukan senyawa (3,4,5,6-dibenzoxanthylium) melalui proses kondensasi antara formaldehida dan senyawa fenol.

Prinsip kerja tes kit ini melibatkan reaksi formaldehida dengan 4-amino-3-hidrazino-5-mercapto-1,2,4-triazol, menghasilkan senyawa kompleks berwarna ungu tetrazin. Reaksi ini juga melibatkan hidrolisis yang membentuk produk akhir berupa air dan senyawa kompleks berwarna. Jika ditambahkan kalium iodida

(Potassium Iodide), formaldehida dalam sampel mengalami oksidasi pada gugus karbonil, memperkuat pembentukan warna ungu tetrazin yang menjadi indikator positif adanya formalin (Rahman dan Lamia, 2024).

Pada penelitian Ni Made (2021) membuat test kit dari ekstrak bunga telang untuk mendeteksi formalin dengan metode ekstraksi maserasi menggunakan pelarut ethanol. Ekstrak etanol bunga telang dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan formalin pada sampel makanan seperti tahu, dada ayam, dan ikan tongkol. Perubahan warna dari biru tua menjadi biru muda menunjukkan adanya formalin dalam sampel tersebut. Perubahan warna pada formalin yang ditetesi antosianin terjadi pada pH 1-5 menjadi warna merah dan pada pH 6-12 perubahan warna menjadi ungu, biru dan hijau.

2.7 Validasi Metode

Validasi metode analisis adalah proses penilaian terhadap parameter tertentu melalui eksperimen di laboratorium untuk memastikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan penggunaannya. Tujuan dari validasi metode analisis adalah untuk memastikan bahwa metode yang digunakan dapat diandalkan dan sesuai untuk tujuannya (Gandjar, 2007). Validasi metode analisis adalah proses yang dilakukan melalui eksperimen laboratorium untuk memastikan bahwa karakteristik suatu prosedur analisis memenuhi kriteria yang diperlukan untuk aplikasinya (USP XXXVII, 2014). Menurut Harmita (2004), validasi metode analisis adalah proses pengujian terhadap parameter tertentu melalui percobaan laboratorium untuk memastikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan yang diperlukan dalam penggunaannya.

Prosedur analisis yang perlu divalidasi mencakup berbagai jenis pengujian, seperti pengujian keberadaan pengotor, uji batas untuk mengontrol kadar pengotor, serta pengujian kuantitatif untuk menentukan jumlah komponen aktif atau senyawa lainnya dalam produk farmasi. Selain itu, terdapat delapan parameter yang digunakan untuk validasi metode analisis, yaitu spesifisitas, presisi, akurasi, linieritas, rentang, batas deteksi, batas kuantifikasi, dan ketangguhan. Pemilihan parameter yang akan diuji bergantung pada jenis serta metode pengujian yang akan

divalidasi (Chan, 2004). Dikutip pada Eurachem (1998), uji kualitatif hanya dilakukan dua parameter uji yaitu selektivitas dan uji batas deteksi.

2.7.1 Selektivitas

Selektivitas merupakan salah satu parameter penting dalam validasi metode analisis, baik dalam pendekatan kuantitatif maupun kualitatif. Dalam metode kualitatif**,** selektivitas didefinisikan sebagai kemampuan suatu metode untuk secara spesifik mengidentifikasi analit target dalam keberadaan zat lain yang mungkin terdapat dalam matriks sampel (ICH, 2005).

Uji kualitatif umumnya bertujuan untuk menunjukkan keberadaan suatu senyawa melalui perubahan warna, endapan, bau, atau reaksi lain yang khas. metode harus mampu membedakan reaksi yang berasal dari analit dengan reaksi yang mungkin muncul dari senyawa lain yang ada dalam sampel (Snyder et al., 2010). Oleh karena itu**,** selektivitas menjadi syarat agar metode tidak menghasilkan positif palsu atau negatif palsu.

Menurut Rahmawati et al. (2019), dalam uji kualitatif berbasis indikator warna alami, selektivitas diuji dengan cara mereaksikan indikator terhadap berbagai senyawa lain di luar analit target. Jika hanya analit target yang menimbulkan perubahan khas, maka metode tersebut dianggap selektif. Misalnya, ekstrak bunga eceng gondok yang hanya berubah warna saat bereaksi dengan formalin, tetapi tidak dengan etanol atau asam asetat, menunjukkan selektivitas yang baik terhadap formalin. Menurut Waridatul (2023), perubahan warna pada formalin yang ditetesi antosianin terjadi pada pH 1-5 menjadi warna merah dan pada pH 6-12 perubahan warna menjadi ungu, biru dan hijau. Terjadinya perubahan warna berdasarkan perubahan pH ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui selektivitas antosianin yang diperoleh ekstrak bunga eceng gondok.

2.7.2 Limit Deteksi

Limit deteksi adalah jumlah terkecil analit yang dapat dideteksi yang masih dapat memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Limit deteksi merupakan parameter uji batas. Limit deteksi merupakan parameter pada analisis yang menunjukkan sebagai konsentrasi terkecil analit dalam sampel yang masih

dapat dideteksi (Shrivastava & Gupta, 2011). Penentuan batas deteksi berbeda-beda tergantung pada metode analisis tersebut menggunakan instrument atau tidak. Apabila tidak menggunakan instrumen dapat ditentukan dengan mendeteksi analit dalam sampel pada pengenceran bertingkat sedangkan pada analisis menggunakan instrumen dapat ditentukan dengan mengukur blanko beberapa kali kemudian dihitung simpang baku respon blanko (Armbruster, 2008).

2.8 Tahu

Tahu merupakan salah satu makanan lokal yang sangat dekat dengan masyarakat. Kadar air tahu cukup tinggi sekitar 85% 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 dan memunculkan aroma yang busuk. 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. Dibandingkan dengan beras, jagung, tepung singkong, kacang hijau, daging, ikan segar, dan telur ayam. Kedelai mempunyai kandungan protein yang lebih tinggi, hamper menyamai kadar protein susu skim kering (Susanti, 2010).

Kerusakan tahu ditandai dengan bau asam dan permukaannya berlendir. 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 (Saptarini dkk, 2011). Proses pembuatan tahu dimulai dengan perendaman kedelai selama 8–12 jam**,** diikuti dengan penggilingan dan perebusan untuk menghasilkan susu kedelai**.** Selanjutnya, susu kedelai tersebut dipanaskan dan ditambahkan koagulan seperti cuka, asam sitrat, atau larutan kalsium sulfat untuk memisahkan dadih (curd) dari whey. Setelah itu, koagulan yang terbentuk dicetak dan dipres hingga padat dan terbentuk menjadi tahu (Astawan, 2009; Winarno, 2004). Pada umumnya pH tahu berkisaran 6-7 atau netral.

2.8.1 Syarat Mutu Tahu

Tabel 1 *Syarat Mutu Tahu*

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	-	Normal
1.4	Penampakan	-	Normal tidak berlendir
2	Formalin (HCOH)	-	Tidak boleh ada
3	Kadar air	Fraksi massa, %	maks. 92
4	Kadar protein (N x 5,71)	Fraksi massa,%	min. 3,5
5	Abu tidak larut asam	Fraksi massa,%	maks. 0,1
6	Serat kasar	Fraksi massa,%	maks. 0,1
7	Cemaran logam		
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,25
7.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,25
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0

7.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
7.5	Cemaran arsen(As)	mg/kg	maks. 0,1

Sumber: SNI 3142:2018