

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Determinasi tanaman

Determinasi bahan penelitian dilakukan di Laboratorium Pembelajaran Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Terapan, Universitas Ahmad Dahlan, pada tanggal 26 April 2024. Hasil identifikasi tanaman menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan untuk penelitian ini benar bunga kamboja putih dengan nama latin *Plumeria alba* L. (lampiran 2).

2. Pengumpulan bahan

Bunga kamboja yang telah dipanen dilakukan sortasi basah untuk memisahkan benda asing atau kotoran yang menempel dan membuang bagian yang tidak layak untuk digunakan, bunga yang digunakan adalah bagian kelopak bunga. Setelah membersihkan bunga kamboja putih, proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven pada suhu 40°C selama 3 hari. Tujuan dari pengeringan ini adalah mengurangi kadar air dalam sampel sehingga menghambat pertumbuhan mikroba pada sampel tersebut. Penggunaan suhu 40°C bertujuan untuk menjaga senyawa metabolit sekunder flavonoid agar tidak rusak karena pemanasan yang terlalu tinggi direkomendasikan pada suhu kurang dari 60 °C, karena suhu yang tinggi dapat menyebabkan flavonoid akan mengalami degradasi (Gloriana *et al.*, 2021). Setelah bunga kamboja putih kering selanjutnya dihaluskan menggunakan grinder dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*. Proses penghalusan dilakukan untuk memperkecil ukuran partikel dan memperbesar luas permukaan sehingga memudahkan pelarut masuk kedalam simplisia untuk dapat menarik zat aktif secara maksimal (Zuhro *et al.*, 2021). Simplisia diayak untuk menghasilkan partikel simplisia yang seragam, ukuran partikel yang seragam memungkinkan pelarut mengekstraksi senyawa aktif dengan cara yang lebih merata, sehingga meningkatkan reproduktibilitas hasil ekstraksi (Zuhro *et*

al., 2021). Hasil dari keseluruhan pengayakan didapatkan sebanyak 350 g serbuk kering halus, berwarna kuning tua dan berbau khas bunga kamboja putih.

3. Ekstraksi bunga kamboja putih

Pada penelitian ini ekstraksi bunga kamboja putih dilakukan dengan dua metode ekstraksi yang berbeda yaitu maserasi dan UAE. Etanol 70% dipilih sebagai pelarut ekstraksi karena bersifat polar sehingga, dapat menarik senyawa polar yang terkandung dalam sampel seperti flavonoid. Ekstraksi maserasi dan UAE dilakukan selama 1 jam dan dilakukan ekstraksi kembali sebanyak satu kali dengan waktu yang sama dan disaring untuk memisahkan ampas dan filtratnya. Tujuan dari ekstraksi kembali adalah untuk mengekstraksi kembali senyawa metabolit sekunder yang masih tersisa setelah proses maserasi pertama. Hasil filtrat yang diperoleh dikentalkan pada suhu 40°C sehingga diperoleh ekstrak kental. Pemilihan suhu mempertimbangkan senyawa flavonoid yang akan diambil agar tidak rusak atau hilang.

Hasil % rendemen pada masing – masing ekstraksi dapat dilihat pada tabel 3 dan Perhitungan rendemen dapat dilihat pada lampiran 4. Hasil % rendemen diperoleh telah sesuai dengan teori, menurut farmakope nilai rendemen ekstrak adalah tidak kurang dari 10% (Kemenkes RI, 2017) sehingga ekstrak bunga kamboja putih yang dihasilkan memenuhi syarat.

Tabel 3. Hasil rendemen ekstrak kental bunga kamboja putih

Ekstraksi	Berat Kering Simplisia (g)	Berat Wadah dan Ekstrak (g)	Berat Wadah Kosong (g)	Berat ekstrak (g)	Rendemen(%)
Maserasi	100	101,40	70,3	31,1	31,1 %
UAE	100	103,58	70,3	33,28	33,28 %

4. Penetapan kadar air

Penetapan kadar air ekstrak metode ekstraksi menggunakan Maserasi diperoleh sebesar 1,68 % sedangkan untuk metode ekstraksi UAE diperoleh sebesar 1,08 %. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak tersebut telah memenuhi kadar yang telah dipersyaratkan.

Penetapan kadar air bertujuan untuk memberi batasan minimal atau rentang tentang besarnya kandungan air di dalam bahan, yang berkaitan dengan kemungkinan pertumbuhan jamur atau kapang. Kadar air dalam ekstrak

sebaiknya tidak melebihi kadar yang telah disyaratkan yaitu 10 % (BPOM RI, 2014).

5. Uji organoleptik

Dari pengujian yang dilakukan pada sampel ekstrak etanol 70% didapatkan sifat fisik dari ekstrak bunga kamboja putih pada tabel 4 yaitu ekstrak bunga kamboja putih berwarna coklat, berbau khas, dan memiliki tekstur kental.

Tabel 4. Uji organoleptik ekstrak bunga kamboja putih

Uji	Hasil		Teori (Arianta <i>et al.</i> , 2022)
	Maserasi	UAE	
Warna	Coklat	Coklat	Coklat
Bau	Khas bunga kamboja	Khas bunga kamboja	Khas bunga kamboja
Tekstur	Ekstrak kental	Ekstrak kental	Ekstrak kental

6. Uji penapisan fitokimia

Pengujian skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi secara kualitatif metabolit sekunder simplisia, sehingga dapat menjadi Gambaran terkait kandungan zat aktif dalam ekstrak (Arianta *et al.*, 2022). Dari hasil pengujian, ekstrak bunga kamboja putih positif mengandung alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan saponin. Hasil uji penapisan fitokimia dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar hasil dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5. Hasil skrining fitokimia

NO.	Jenis Uji	Reagen	Hasil	Metode Ekstraksi	
				Maserasi	UAE
1.	Alkaloid	Mayer	Endapan putih	+	+
		Wagner	Endapan coklat	+	+
		Dragendroff	Endapan jingga	+	+
2.	Flavonoid	Serbuk Mg + HCl	Merah tua	+	+
3.	Fenolik	FeCl ₃ 1% + Etanol 70%	Hijau pekat	+	+
4.	Tanin	Akuades + FeCl ₃ 1%	Biru kehitaman	+	+
5.	Saponin	Akuades + HCl 1N	Buih yang stabil	+	+

Keterangan:

(+) = Positif mengandung senyawa

(-) = Negatif mengandung senyawa

7. Uji aktivitas peredaman radikal bebas DPPH

a. Penentuan panjang gelombang serapan maksimum

Penetapan aktivitas peredaman radikal bebas DPPH diawali dengan menentukan panjang gelombang maksimum. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum dari penelitian ini adalah 516 nm dapat dilihat pada

lampiran 7. Dimana hasil tersebut tidak berbanding jauh dengan penelitian sebelumnya milik Yanti dkk. (2023) dengan Panjang gelombang 517 nm.

b. Penentuan *operating time*

Berdasarkan Feronica dkk. (2024) tujuan dilakukannya *operating time* adalah untuk mengetahui waktu optimal antara kuersetin dengan DPPH agar dapat bereaksi membentuk kompleks yang sempurna didasarkan dari waktu dimana absorbansi dari baku pembanding dan larutan uji terhadap reagen mulai stabil atau selisih absorbansi mulai mengecil (Maulidya *et al.*, 2023). Pada penelitian ini didapatkan waktu yang optimal untuk larutan tetap stabil yaitu pada menit ke 34 – 36, sehingga *operating time* yang diperoleh adalah 34 menit. Hasil *operating time* dapat dilihat pada lampiran 8.

c. Pengujian aktivitas peredaman radikal bebas DPPH

Nilai peredaman radikal bebas standar kuersetin dan ekstrak etanol bunga kamboja putih dapat dilihat pada tabel 6 dan lampiran 10.

Tabel 6. Hasil nilai IC₅₀ standar kuersetin dan ekstrak bunga kamboja putih

Sampel	Metode Ekstraksi	Nilai IC ₅₀ (ppm)	Keterangan
Kuersetin		2,8008 ± 0,1264	Sangat Kuat
Bunga Kamboja	Maserasi	176,4167 ± 2,6481	Lemah
	UAE	99.0907 ± 2, 2965	Kuat

Uji aktivitas peredaman radikal bebas DPPH menunjukkan hasil bahwa standar kuersetin, ekstrak bunga kamboja hasil maserasi dan ekstrak hasil UAE memiliki nilai IC₅₀ yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada tabel 12. Dari hasil tersebut standar kuersetin menghasilkan nilai IC₅₀ sangat kuat yaitu 2,8008 ppm. Ekstrak hasil UAE memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan maserasi yang di tandai dengan nilai IC₅₀ yang lebih kecil. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa metode ekstraksi bunga kamboja putih mempengaruhi aktivitas peredaman radikal bebas DPPH.

8. Analisis data

Hasil analisis aktivitas peredaman radikal bebas DPPH pada sampel ekstrak hasil Maserasi dan UAE menggunakan SPSS didapatkan bahwa data terdistribusi normal dan homogen dengan nilai signifikansi >0,05. Maka selanjutnya dilakukan uji statistik *T-test independent* dengan hasil terdapat

perbedaan yang bermakna antar sampel yang dianalisis yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi $<0,05$ seperti yang di maksud pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji statistik aktivitas peredaman radikal bebas DPPH

Sampel	Normalitas	<i>P-value</i>	
		Homogenitas	T-independent
Kuersetin	0,574	0,071	-
Maserasi	0,230		0.000
UAE	0,779		

B. Pembahasan

Bunga kamboja putih yang digunakan berasal dari halaman Pura Jagatnata Banguntopo. Sebelum melakukan penelitian, tanaman harus dideterminasi terlebih dahulu. Determinasi tanaman dilakukan untuk mencocokkan morfologi tanaman agar tidak terjadi kekeliruan dalam mengambil tanaman yang digunakan untuk penelitian sebagai sampel, dengan adanya determinasi diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kesalahan dalam pengumpulan sampel penelitian. Bunga kamboja putih dipanen sebanyak 3 kg pada pukul 05.00-08.00 WIB pemanenan atau pengumpulan dilakukan pada pagi hari dikarenakan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada bunga masih banyak, apabila dilakukan pemanenan pada siang hari pada saat matahari terik maka senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada bunga dapat berkurang (Shofi *et al.*, 2020).

Ekstraksi bunga kamboja putih dalam penelitian ini dilakukan menggunakan dua metode yaitu maserasi dan UAE. Kedua metode tersebut menggunakan jenis pelarut, suhu ekstraksi, waktu ekstraksi, proses penyaringan, dan suhu penguapan yang sama untuk menjaga konsistensi hasil. Namun, ada perbedaan dalam cara pengadukan. Pada metode maserasi, pengadukan dilakukan dua kali setiap jam, sementara pada metode UAE, pengadukan berlangsung secara terus-menerus selama satu jam tanpa henti dengan bantuan gelombang ultrasonik. Perbedaan ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan karakteristik masing-masing metode ekstraksi. Pelarut yang digunakan ialah etanol 70% , yang dikenal sebagai pelarut organik polar sehingga memiliki polaritas tinggi memungkinkan senyawa tersebut untuk menarik sebagian besar senyawa bioaktif yang ada dalam simplisia, seperti senyawa flavonoid. Dilakukan re-ekstraksi sebanyak satu kali untuk

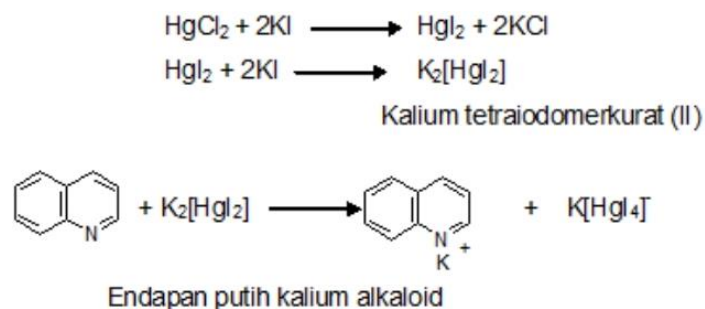
memaksimalkan penarikan senyawa flavonoid (Ma'ruf *et al.*, 2023). Filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan kompor listrik pada suhu 40 °C, pemilihan suhu tersebut agar senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid tidak rusak pada pemanasan tinggi, flavonoid dapat terdegradasi pada suhu diatas 60 °C (Gloriana *et al.*, 2021).

Rendemen ekstrak yang diperoleh dengan metode UAE lebih tinggi dibandingkan dengan metode maserasi. Perbedaan nilai rendemen antara metode maserasi dan UAE disebabkan karena pengadukan yang kurang intensif pada metode maserasi menyebabkan rendemen ekstrak yang lebih rendah. Pengadukan yang jarang hanya dilakukan dua kali selama satu jam menyebabkan interaksi antara pelarut dan sampel tidak optimal, sehingga proses ekstraksi senyawa bioaktif berjalan lambat dan tidak maksimal. Sebaliknya, metode UAE dengan sonikasi terus-menerus, memberikan getaran ultrasonik yang efektif, sehingga pelarut lebih mudah masuk ke dalam jaringan tanaman, hal ini membantu melarutkan senyawa-senyawa aktif lebih cepat dan menghasilkan jumlah ekstrak yang lebih banyak. Efek mekanis dari UAE mengubah morfologi dinding sel, menciptakan permukaan yang lebih berpori, sehingga mempermudah proses ekstraksi. Akibatnya, komponen-komponen bebas dapat bermigrasi dari sampel ke dalam larutan. Selain itu, gelombang ultrasonik mempercepat pergerakan molekul dalam larutan, sehingga penggabungan komponen dengan larutan berlangsung lebih cepat dan efektif (Ma'ruf *et al.*, 2023). Hasil rendemen menggambarkan jumlah senyawa aktif yang berhasil diekstrak; semakin tinggi nilai rendemen, semakin banyak zat aktif yang terekstrak dari sampel.

Penapisan fitokimia pada ekstrak bunga kamboja putih dilakukan untuk mengidentifikasi golongan senyawa yang ada dalam ekstrak tersebut. Hasil skrining fitokimia yang ditampilkan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa ekstrak bunga kamboja putih mengandung alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, dan saponin, tanpa memandang metode ekstraksi yang digunakan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa ekstrak bunga kamboja putih mengandung flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan (Arianta *et al.*, 2022).

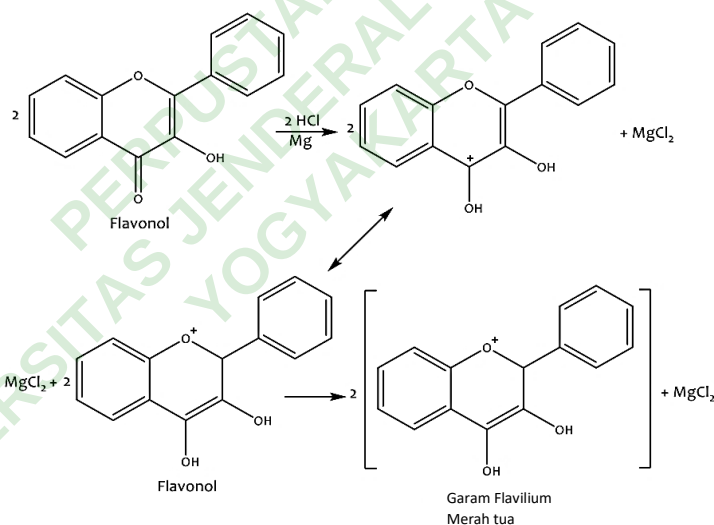
Gambar 6. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Dragendroff (Oktavia & Sutoyo, 2021)

Pereaksi Wagner terdiri dari KI dan I₂. Ion logam K⁺ dari KI akan membentuk suatu ikatan kovalen koordinat dengan nitrogen pada alkaloid yang dapat membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap dan berwarna coklat (Gustiana *et al.*, 2022). Reaksi alkaloid dengan pereaksi Wagner dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 8. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Mayer (Putri & Winahyu, 2023)

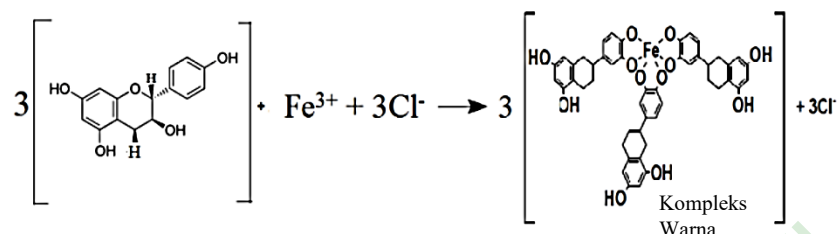
Proses penyiapan reagen mayer dengan mereaksikan merkuri (II) iodida (HgCl_2) dengan kalium iodida (KI) sehingga diperoleh kalium tetraiodomerkuri (II) ($\text{K}_2[\text{HgI}_4]$). Nitrogen dalam senyawa alkaloid pada sampel akan bereaksi dengan ion K^+ dari kalium tetraiodomerkuri (II) membentuk suatu ikatan kovalen koordinat menghasilkan kompleks kalium alkaloid yang mengendap dan berwarna putih seperti pada gambar 8 (Gustiana *et al.*, 2022).



Gambar 9. Reaksi flavonoid dengan logam mg dan HCl pekat (Putri & Winahyu, 2023)

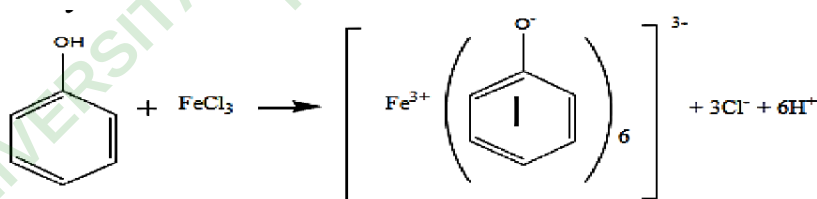
Uji senyawa flavonoid diperoleh saat magnesium ditambahkan bereaksi dengan HCl menghasilkan gas hidrogen (H_2), gas ini membantu dalam proses reduksi senyawa flavonoid ketika flavonoid tereduksi mereka dapat membentuk kompleks berwarna dengan ion logam magnesium, warna merah tua menunjukkan bahwa flavonoid telah mengalami reduksi dan membentuk kompleks yang dapat

menghasilkan warna spesifik tersebut seperti pada gambar 9. Terbentuknya warna merah menunjukkan flavonoid golongan antosianidin. (Arianta *et al.*, 2022).



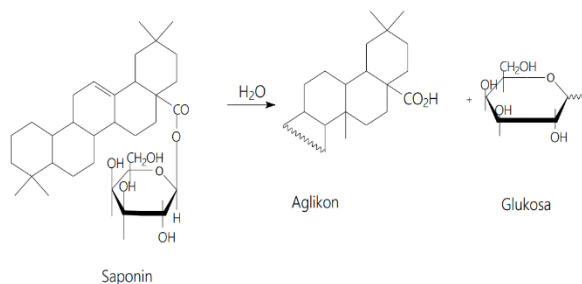
Gambar 10. Reaksi tanin dengan FeCl_3 (Putri & Winahyu, 2023)

Reaksi antara tanin dan FeCl_3 pada gambar 10 tersebut menggambarkan tanin yang memiliki gugus hidroksil (OH) bereaksi dengan ion Fe^{3+} dari FeCl_3 . Pada reaksi ini, tiga molekul tanin masing-masing mendonorkan elektronnya kepada ion Fe^{3+} seperti pada gambar 10 dan membentuk ikatan koordinasi yang stabil. Ikatan ini menyebabkan terbentuknya kompleks berwarna biru kehitaman yang khas. Warna ini dihasilkan karena ikatan koordinasi mengubah cara elektron dalam kompleks tersebut menyerap dan memantulkan cahaya. Perubahan warna ini menjadi indikator yang jelas bahwa tanin terdapat dalam sampel yang diuji, karena hanya tanin dengan gugus hidroksil yang cukup kuat dapat berinteraksi dengan Fe^{3+} untuk menghasilkan warna tersebut (Arianta *et al.*, 2022).



Gambar 11. Reaksi fenolik dengan FeCl_3 (Putri & Winahyu, 2023)

Gambar 11 menunjukkan reaksi antara senyawa fenolik pada sampel dengan reagen FeCl_3 . Gugus hidroksil pada sampel yang mengandung fenolik akan mendonorkan elektron ke ion Fe^{3+} dari reagen FeCl_3 untuk membentuk ikatan koordinasi dan menghasilkan senyawa kompleks. Terbentuknya senyawa kompleks tersebut akan menghasilkan warna biru kehitaman yang khas dan menandakan adanya senyawa fenolik dalam sampel (Arianta *et al.*, 2022).



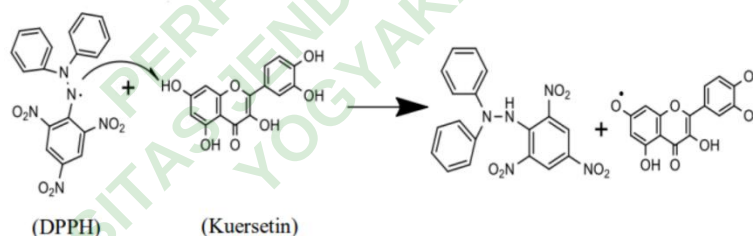
Gambar 12. Reaksi saponin dengan akuades (Putri & Winahyu, 2023)

Ketika saponin bereaksi dengan air, terjadi proses hidrolisis, yaitu pemecahan ikatan kimia dengan bantuan molekul air seperti pada gambar 12. Pada reaksi ini, molekul air (H_2O) masuk ke dalam ikatan glikosidik yang menghubungkan aglikon dengan glukosa, sehingga menyebabkan ikatan tersebut terputus. Akibat dari pemutusan ini, saponin terpecah menjadi dua bagian, larut dalam pelarut polar atau hidrofilik dan senyawa yang larut dalam pelarut non polar atau hidrofobik (Widyasari, 2008). Menurut Robinson (1995), senyawa yang memiliki gugus polar dan non polar bersifat aktif permukaan sehingga saat saponin dikocok dengan pelarutnya dapat membentuk misel. Struktur misel terjadi karena gugus polar menghadap ke luar sedangkan gugus non polarnya menghadap ke dalam, maka dari itu terlihat seperti busa (Arianta *et al.*, 2022).

Pengujian peredaman radikal bebas dilakukan menggunakan DPPH, merupakan suatu radikal yang bersifat stabil dan berwarna ungu yang dipilih karena mampu mendeteksi senyawa dalam jumlah kecil, praktis, sederhana, cepat, dan mudah dikerjakan. DPPH bereaksi dengan senyawa antioksidan (kuersetin dan ekstrak bunga kamboja putih), mengakibatkan perubahan warna dari ungu menjadi warna kuning yang sebanding dengan jumlah elektron yang disumbangkan, sehingga menyebabkan penurunan absorbansi DPPH. Prinsip kerja senyawa antioksidan adalah mendonorkan satu atom hidrogen kepada radikal bebas, sehingga DPPH mengalami reduksi dan berubah menjadi senyawa DPPH non-radikal. Proses perubahan dari senyawa radikal DPPH menjadi non-radikal ini ditandai dengan berkurangnya warna ungu pada larutan DPPH, yang diikuti oleh penurunan absorbansi yang diukur pada panjang gelombang 516 nm dengan *operating time* 34

menit dan dibaca serapan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Shofi *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini digunakan kuersetin sebagai pembanding, karena kuersetin merupakan golongan flavonoid yang menunjukkan beberapa aktivitas biologi dengan kemampuan yang kuat dalam menangkap radikal bebas serta merupakan senyawa flavonoid yang banyak terdapat pada jenis tanaman. Kuersetin yang kaya akan gugus hidroksil akan mendonorkan sebagian atom H untuk diberikan ke atom N radikal pada DPPH sehingga gugus hidroksil yang kehilangan atom H tersebut menjadi atom O radikal. Sedangkan DPPH yang sudah menerima atom H akan menjadi senyawa yang stabil. Proses donor atom H berlangsung secara reaksi radikal sehingga akan terbentuk kuersetin radikal. Kuersetin radikal yang terbentuk akan relatif lebih stabil karena adanya gugus-gugus fenolik yang bisa menstabilkan keberadaan atom O radikal sehingga reaksi rantai radikal dapat diputus. Adapun mekanisme reaksi peredaman DPPH oleh kuersetin tersebut dapat dilihat pada gambar 13 (Amelia & Nasution, 2022).



Gambar 13. Mekanisme Reaksi DPPH (Maulidya *et al.*, 2023)

Aktivitas antioksidan suatu senyawa diukur melalui parameter IC₅₀, yaitu konsentrasi yang mampu meredam 50% radikal DPPH (Maulidya *et al.*, 2023). Semakin kecil nilai IC₅₀, semakin kuat kemampuan peredaman senyawa tersebut. Nilai IC₅₀ diperoleh dari grafik persamaan regresi linier antara konsentrasi larutan uji dengan persentase peredaman DPPH. Persentase peredaman, atau disebut juga persentase inhibisi, dihitung dari hasil pengukuran absorbansi larutan uji. Nilai CV dari IC₅₀ kuersetin dan IC₅₀ bunga kamboja putih (maserasi dan UAE) adalah $\leq 5\%$. Nilai CV ini menunjukkan bahwa perhitungan IC₅₀ memiliki presisi yang baik, dengan variasi yang rendah antar replikasi, sehingga hasilnya dapat dianggap konsisten (Wardhani & Nurbayanti, 2017).

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai IC_{50} kuersetin sebesar 2,8008 ppm dengan aktivitas peredaman radikal bebas DPPH sangat kuat dibandingkan terhadap kedua ekstrak bunga kamboja putih, hasil maserasi sebesar 176,4167 ppm dan UAE sebesar 99,0907 ppm. Kuatnya peredaman radikal bebas oleh kuersetin tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya milik Firdausia dkk (2023) menghasilkan nilai IC_{50} kuersetin sebesar 2,549 ppm. Jika dibandingkan antara ekstrak bunga kamboja putih hasil maserasi dan UAE, metode UAE menghasilkan nilai IC_{50} lebih baik dibandingkan dengan metode maserasi. Hasil analisis statistik dengan menggunakan *software* SPSS dengan uji statistik *T-test independent* menunjukkan nilai IC_{50} metode ekstraksi maserasi dan UAE memiliki nilai signifikansi signifikan adalah $<0,05$. Dapat disimpulkan, bahwa perbedaan metode ekstraksi antara metode ekstraksi maserasi dan metode ekstraksi UAE terdapat perbedaan secara signifikan.

Nilai IC_{50} metode UAE lebih kecil dibandingkan dengan metode maserasi. Semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas peredaman radikal bebas akan semakin kuat. Lebih besarnya aktivitas peredaman radikal bebas metode UAE berbanding lurus dengan jumlah rendemen dan metabolit sekundernya. Nilai rendemen pada metode UAE yang lebih tinggi dari maserasi menyebabkan banyaknya kandungan metabolit sekunder pada ekstrak hasil UAE seperti flavonoid. Molekul flavonoid merupakan komponen antioksidan yang bertanggung jawab untuk menonaktifkan radikal bebas berdasarkan kemampuannya mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas (Firdausia *et al.*, 2023). Perbedaan rendemen antara metode maserasi dan UAE disebabkan oleh pengadukan yang kurang intensif pada maserasi. Sebaliknya, metode UAE dengan sonikasi terus-menerus memberikan agitasi lebih efektif, meningkatkan penetrasi pelarut, dan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi. Berdasarkan alasan tersebut, maka metode UAE lebih unggul dalam menghasilkan ekstrak dengan potensi antioksidan yang lebih kuat.