

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

Fenolat dan flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa bioaktif utama yang berperan penting dalam berbagai aktivitas fisiologis tumbuhan dan memberikan beragam manfaat terapeutik bagi manusia. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa flavonoid memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antibakteri, antimikroba, antivirus, hingga antikanker (Fitri & Putra, 2021; Husna dkk., 2022; Mohammed dkk., 2024; Pietta, 2000). Efektivitas obat tradisional umumnya ditentukan oleh kandungan senyawa bioaktif dalam tanaman, seperti flavonoid, fenolat, alkaloid, steroid, dan metabolit sekunder lainnya, yang bekerja secara sinergis dalam menghasilkan efek farmakologis (Brandi, 1992). Oleh karena itu, analisis kuantitatif terhadap kandungan senyawa aktif, khususnya total fenolat dan total flavonoid, sangat penting untuk menjamin kualitas, keamanan, serta konsistensi produk herbal.

Spektrofotometri UV–Vis merupakan metode yang paling luas digunakan untuk analisis total fenolat (TPC) dan total flavonoid (TFC) karena memiliki beberapa keunggulan, seperti prosedur yang sederhana, biaya ekonomis, serta tingkat akurasi dan presisi yang tinggi (Blainski dkk., 2013). Metode ini juga telah diadopsi secara resmi oleh berbagai lembaga standar internasional, termasuk *Farmakope Herbal Indonesia* (Kemenkes RI, 2022), *Chinese National Standard GB/T 8313-2018*, *European Pharmacopoeia* (Ph. Eur.), *Ayurvedic Pharmacopoeia of India* (API), ISO 14502-1:2005, serta *WHO Monographs on Selected Medicinal*

Plants (WHO, 1999). Penggunaan metode yang secara internasional terstandarisasi ini menegaskan bahwa spektrofotometri UV–Vis merupakan pendekatan yang sangat relevan dalam pengukuran kandungan bioaktif tanaman obat (Christodoulou dkk., 2022; dkk., 2024).

Perbedaan penggunaan standar referensi dalam analisis TPC dan TFC dalam beberapa penelitian menjadi kendala utama bagi peneliti dalam membandingkan hasil penelitian. Farmakope Herbal Indonesia (FHI) juga mengenal 6 standar referensi utama yang berbeda dalam penetapan kadar fenolat dan flavonoid, yaitu asam galat, katekin, kuersetin, rutin, apigenin, dan kaempferol (Kemenkes RI, 2022). Keberadaan beberapa standar ini menunjukkan bahwa belum terdapat satu standar baku yang disepakati secara universal untuk analisis TPC dan TFC. Setiap standar memiliki karakteristik kimia yang berbeda sehingga menghasilkan respons spektrofotometri yang tidak setara, meskipun diuji pada konsentrasi dan metode yang serupa (Shraim dkk., 2021).

Penentuan TFC dapat menggunakan kuersetin, rutin, apigenin, kaempferol, atau mirisetin sebagai standar (Hasnat dkk., 2024; Jakobek & Matić, 2021; Zhou dkk., 2023; Zulkifli dkk., 2020). Setiap flavonoid tersebut memiliki struktur dan jumlah gugus hidroksil yang berbeda, sehingga kompleksasi dengan $AlCl_3$ menghasilkan intensitas absorbansi yang bervariasi. Sebagai contoh, kuersetin sebagai aglikon umumnya menunjukkan respons absorbansi lebih tinggi dibandingkan rutin yang merupakan flavonoid glikosida (Rodríguez-arce & Saldías, 2021; Xiao dkk., 2021; Zeng dkk., 2020).

Kondisi serupa terjadi pada analisis TPC, di mana sebagian penelitian menggunakan asam galat, sedangkan penelitian lain memilih katekin atau senyawa polifenol lain sebagai standar (Flandez dkk., 2023; Sarker & Oba, 2020). Perbedaan dalam struktur aromatik, jumlah gugus fenolik, serta kemampuan reduksi masing-masing senyawa menyebabkan respons reagen Folin–Ciocalteu tidak seragam antarstandar. Asam galat, memiliki kapasitas reduksi yang lebih kuat dibandingkan katekin, sehingga menghasilkan absorbansi yang lebih tinggi pada konsentrasi yang sama (Mahindrakar & Rathod, 2020; Platzer dkk., 2021; Wabaidur dkk., 2020).

Variasi penggunaan standar ini menyebabkan hasil analisis TPC dan TFC sulit dikomparasikan secara langsung antarstudi, sehingga memengaruhi interpretasi terhadap potensi bioaktivitas tanaman, termasuk aktivitas antioksidan yang sering dikaitkan dengan nilai TPC dan TFC (Liu dkk., 2025). Selain berdampak pada inkonsistensi data, keberagaman standar referensi juga meningkatkan biaya operasional bagi laboratorium dan juga industri, karena setiap standar harus dibeli, disimpan, dan divalidasi secara terpisah. Kondisi ini menjadi beban, terutama bagi laboratorium dan industri skala kecil, mengingat harga standar fenolat dan flavonoid komersial yang relatif tinggi dan sering tidak tersedia secara lokal. Dengan demikian, variasi standar tidak hanya menjadi persoalan metodologis, tetapi juga menambah biaya dan kompleksitas dalam pengujian kualitas produk berbasis tanaman.

Pendekatan analitis yang mampu menyetarakan hasil kuantifikasi antarstandar diperlukan untuk mengatasi perbedaan tersebut agar dapat saling dikomparasikan. Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah penyusunan

rumus konversi antarstandar kalibrasi, sehingga nilai TPC atau TFC yang diperoleh dengan satu standar dapat diubah menjadi ekuivalen dengan standar lainnya. Pendekatan ini tidak hanya mempermudah perbandingan antarstudi, tetapi juga memperkuat integrasi data bioaktif dalam literatur fitokimia dan farmasi herbal.

Rumus konversi dibuat berdasarkan tujuh standar pada pengujian TPC (asam galat, katekin, kuersetin, rutin, apigenin, kaempferol, dan mirisetin) dan lima standar pada pengujian TFC (kuersetin, rutin, apigenin, kaempferol, dan mirisetin). Rumus ini kemudian diaplikasikan pada lima tanaman obat yang banyak digunakan dalam pengobatan tradisional Indonesia, yaitu *Strobilanthes crispus* (kejibeling), *Elephantopus scaber* L. (tapak liman), *Gynura procumbens* (sambung nyawa), *Sauropus androgynus* (katuk), dan *Anredera cordifolia* (binahong), yang dikenal kaya akan senyawa fenolat dan flavonoid (Hanafiah dkk., 2019; Ramadhani dkk., 2021; Sukendi dkk., 2025).

Hasil penelitian diharapkan dapat menyediakan model konversi yang membantu harmonisasi data TPC dan TFC antarpelitian, memperkuat upaya standarisasi analisis bahan alam, serta mendukung pengembangan produk herbal berbasis pembuktian ilmiah.

I. 2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengembangkan rumus konversi antarstandar kalibrasi pada analisis Kadar Total Fenolat (*Total Phenolic Content*, TPC) dan Kadar Total Flavonoid (*Total Flavonoid Content*, TFC) menggunakan metode spektrofotometri UV–Vis, sehingga hasil kuantifikasi senyawa bioaktif dari

berbagai penelitian dapat dibandingkan secara akurat, konsisten, dan terstandardisasi. Tujuan khusus dari penelitian ini meliputi :

1. Menentukan hubungan matematis antara berbagai standar kalibrasi pada analisis TPC dan TFC menggunakan pendekatan regresi linear berbasis data kurva kalibrasi, serta menyusun model konversi yang dapat digunakan untuk menyetarakan nilai TPC dan TFC yang diperoleh dengan penggunaan standar yang berbeda.
2. Menguji validitas model konversi antarstandar dengan menerapkannya pada lima spesies tanaman obat tradisional (kejibeling, tapak liman, sambung nyawa, katuk, dan binahong).
3. Menganalisis hubungan korelatif antara nilai TPC dan TFC dengan aktivitas antioksidan (berdasarkan nilai IC_{50}) dari kelima ekstrak tanaman .