

ABSTRACT

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is widely recognized for its therapeutic and nutritional value, primarily attributed to flavonoid glycosides with strong antioxidant activities. To establish a rapid, green, and reliable approach for their analysis, an ultrasound-assisted extraction (UAE) method coupled with UPLC-PDA-QDa-MS was developed, optimized, and validated. The extraction parameters, including solvent concentration, solid-to-liquid ratio, temperature, and time, were optimized using Box–Behnken design, yielding the best extraction efficiency at 50% methanol, 0.3:20 (g mL⁻¹), 30 °C, and 15 min. The method showed excellent linearity ($R^2 > 0.99$), precision (%CV < 11%), accuracy (> 90%), and low detection limits (LOD < 3 µg mL⁻¹), meeting ICH Q2 criteria. Five major flavonoid glycosides and two hydroxysafflor yellow A (HSYA) derivatives were identified and quantified. Application of the validated method to safflower samples subjected to different drying treatments demonstrated significant compositional variations: freeze-drying best preserved HSYA, total phenolics, and antioxidant activity, while hot-air drying favored other glycosides, with no significant differences in total phenolic content or antioxidant activity. The method offers a robust analytical tool for profiling and quality control of safflower-derived products and may serve as a reference for green extraction and validation strategies in functional food and phytopharmaceutical research.

Keywords: edible flower, *Carthamus tinctorius*, hydroxysafflor yellow A, method development, rapid method, total phenolics, antioxidants.

INTISARI

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) dikenal luas karena nilai terapeutik dan nutrisinya, yang terutama berasal dari kandungan flavonoid glikosida dengan aktivitas antioksidan yang tinggi. Untuk memperoleh metode analisis yang cepat, ramah lingkungan, dan andal, dikembangkan metode ekstraksi berbantu ultrasonik yang dipadukan dengan UPLC-PDA-QDa-MS. Parameter ekstraksi, meliputi konsentrasi pelarut, rasio padatan terhadap pelarut, suhu, dan waktu, yang dioptimasi menggunakan rancangan Box–Behnken, yang menghasilkan kondisi terbaik pada metanol 50%, rasio 0.3:20 (g mL⁻¹), suhu 30 °C, dan waktu 15 menit. Metode ini menunjukkan linearitas yang sangat baik ($R^2 > 0.99$), presisi (%CV < 11%), akurasi (> 90%), serta batas deteksi rendah (LOD < 3 µg mL⁻¹), sehingga memenuhi kriteria ICH Q2. Lima flavonoid glikosida utama dan dua turunan hydroxysafflor yellow A (HSYA) berhasil diidentifikasi dan ditetapkan kadarnya. Penerapan metode tervalidasi ini pada sampel safflower dengan perlakuan pengeringan berbeda menunjukkan variasi komposisi yang signifikan: pengeringan beku mampu mempertahankan HSYA, total fenolik, dan aktivitas antioksidan paling baik, sedangkan pengeringan udara panas lebih mempertahankan jenis glikosida lainnya, meskipun tidak terdapat perbedaan signifikan pada total fenolik maupun aktivitas antioksidan. Metode ini memberikan pendekatan analitis yang kuat untuk pemprofilan dan pengendalian mutu produk turunan safflower serta berpotensi menjadi acuan dalam strategi ekstraksi hijau dan validasi untuk penelitian pangan fungsional dan fitofarmasi.

Kata kunci: *edible flower*, *Carthamus tinctorius*, hydroxysafflor yellow A, pengembangan metode, metode cepat, total fenolik, antioksidan.