

ABSTRACT

Red fruit is a native plant in Papua Island, Indonesia. Red fruit oil (RFO) contains functional compounds with excellent antioxidant activity, including phenolic compounds. In this work, the ultrasound-assisted extraction (UAE) of RFO was optimized using the Box-Behnken design followed by response surface methodology. The studied UAE factors, included sample-to-solvent ratio (1:3, 1:2, and 1:1 g mL⁻¹), extraction temperature (60, 75, and 90 °C), and pulse-duty cycle (0.20, 0.50, and 0.80 s⁻¹). Analysis of variance revealed that the three studied factors significantly influenced the recovered RFO. At the same time, the level of total phenolic compounds in the extracts was merely defined by extraction temperature ($p < 0.05$). These significant factors were then included in the optimization models ($R^2 > 0.99$, lack-of-fit $p > 0.05$). The extraction kinetic was also evaluated. It was found that the optimal extraction was achieved by applying 60 min extraction time at 67 °C with a pulse-duty cycle of 0.50 s⁻¹, and the sample-to-solvent ratio was set to 1:2.5 g mL⁻¹. The highest yield of RFO (Monsor clone: 13.03%) was obtained under the optimal condition, and the resulting RFO showed a good level of total phenolic compound of (40.46 mg GAE g⁻¹). Additionally, the resulting RFO showed eminent antioxidant activities indicated by excellent values of IC₅₀ DPPH (37.69 mg L⁻¹), IC₅₀ FIC (30.43 mg L⁻¹), FRAP reducing power (63.55 mg AAEC g⁻¹), and IC₅₀ ABTS (93.88 mg L⁻¹). The antioxidant activity values were closely related to the TPC oil values, proved by a coefficient of determination value ($R^2 > 0.67$), except the metal ion-chelating (FIC) assay method. FTIR was used to analyze the functional group of RFO, proving that phenolic compounds had a significant correlation with antioxidant activities ($R^2 > 0.98$). The results indicated that UAE is an efficient, environmental-friendly, and promising technique to substitute conventional oil production in the food and pharmaceutical industries.

Keywords: Box-Behnken design, multi-response optimization, red fruit clones, response surface methodology, wet rendering.

INTISARI

Buah merah merupakan buah asli yang berasal dari Pulau Papua, Indonesia. Minyak buah merah (RFO) mengandung komponen fungsional dengan kemampuan antioksidan yang sangat baik, termasuk didalamnya senyawa fenolik. Dalam penelitian ini, optimasi ekstraksi dari minyak buah merah berbantu ultrasound (UAE) menggunakan desain Box-Behnken di ikuti dengan *Response Surface Methodology* (RSM). Variabel yang digunakan adalah rasio sampel terhadap pelarut (1:3, 1:2, dan 1:1 g mL⁻¹), suhu ekstraksi (60, 75, dan 90 °C), dan siklus kavitasi (0,20; 0,50; dan 0,80 dtk⁻¹). Analisis statistik menyatakan bahwa tiga variabel yang dipelajari berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen minyak buah merah, sedangkan level senyawa fenolik hanya dipengaruhi oleh suhu ekstraksi ($p < 0,05$). Variabel-variabel yang berpengaruh tersebut digunakan untuk membangun model optimasi ($R^2 > 0,99$, *lack-of-fit* $p > 0,05$). Dalam penelitian ini juga dilakukan evaluasi terhadap kinetika ekstraksi. Hasil dari penelitian ini adalah ekstraksi dapat optimal ketika menggunakan waktu ekstraksi 60 menit, suhu ekstraksi 67 °C, siklus kavitasi 0,50 dtk⁻¹, dan rasio sampel terhadap pelarut 1:2,5 g mL⁻¹. Rendemen minyak buah merah tertinggi (Klon Monsor: 13,03%) diperoleh pada kondisi optimal, dengan kadar senyawa fenolik total yang cukup tinggi (40,46 mg GAE g⁻¹). Selain itu, minyak buah merah yang dihasilkan melalui ekstraksi UAE menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi yang dapat dilihat dari nilai IC₅₀ DPPH (37,69 mg L⁻¹), IC₅₀ FIC (30,43 mg L⁻¹), daya reduksi FRAP (63,55 mg AAEA g⁻¹), and IC₅₀ ABTS (93,88 mg L⁻¹). Nilai aktivitas antioksidan sangat erat kaitannya dengan level dari senyawa fenolik dalam minyak. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien determinasi ($R^2 > 0,60$), kecuali pada metode pengujian pengkelat ion-logam (FIC). Analisis FTIR digunakan untuk menganalisis gugus fungsi minyak buah merah dan membuktikan bahwa spectrum FTIR memiliki korelasi terhadap level senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan ($R^2 > 0,98$). Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa ekstraksi UAE merupakan teknik yang efisien, ramah lingkungan dan mampu menggantikan produksi minyak buah merah secara konvensional.

Kata kunci: Desain Box-Behnken, klon buah merah, optimasi multi-respon, response surface methodology, wet rendering.