

Bunga marigold (*Tagetes erecta*) dikembangkan sebagai pewarna makanan alami karena kaya akan lutein yang memberikan warna sekaligus bersifat antioksidan untuk aplikasi pangan dan kesehatan. Ekstraksi lutein ester dari bunga marigold dilakukan menggunakan metode *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) dengan minyak bunga matahari sebagai pelarut untuk mendukung praktik *green chemistry*. Oleoresin yang dihasilkan mengandung lutein ester dan trigliserida, yang keduanya memiliki gugus fungsi ester sehingga dapat bereaksi dengan KOH selama proses saponifikasi. Perbedaan kompleksitas struktur molekul keduanya berpotensi memengaruhi efisiensi saponifikasi lutein ester. Lutein juga diketahui sensitif terhadap perubahan suhu, pH, dan durasi paparan selama proses saponifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan kondisi optimum proses saponifikasi oleoresin untuk memperoleh kadar lutein maksimal menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology-Box Behnken Design* (RSM-BBD). Kemudian mengevaluasi aktivitas penangkal radikal lutein yang diperoleh pada kondisi optimum dan membandingkannya dengan BHT (Butil hidroksitoluen). Selain itu, stabilitas lutein dalam matriks minyak bunga matahari dianalisis melalui kinetika degradasi selama penyimpanan pada suhu ruang. Tahapan penelitian diawali dengan *screening* suhu saponifikasi. Selanjutnya dilakukan *screening* rasio KOH dalam etanol terhadap oleoresin. Optimasi kemudian dilakukan pada suhu 50 °C, dan diperoleh kondisi optimum pada konsentrasi KOH 2,15%, rasio larutan KOH dalam etanol terhadap oleoresin 1:1, serta waktu saponifikasi 2 jam 20 menit, yang menghasilkan kadar lutein sebesar 11,47 mg/g bunga kering. Lutein yang dihasilkan pada kondisi optimum ini memiliki aktivitas penangkap radikal sebesar 47,09% pada uji *in vitro*, setara dengan BHT pada konsentrasi 12.916 mg/L dalam sistem pengujian yang sama. Kadar lutein yang diperoleh menunjukkan hubungan linier dengan parameter warna CIELAB b^* dan C^* . Selain itu, stabilitas lutein dalam matriks minyak bunga matahari diteliti melalui pemantauan konsentrasinya setiap 24 jam pada suhu ruang. Hasilnya menunjukkan degradasi lutein mengikuti kinetika orde nol pada tahap awal penyimpanan (hari ke-0 hingga ke-8) dan beralih mengikuti kinetika orde pertama pada tahap penyimpanan lanjut (hari ke-9 hingga ke-28). Berdasarkan profil degradasi selama penyimpanan, lutein menunjukkan waktu paruh sekitar 27 hari. Hasil ini menunjukkan ketahanan degradasi yang lebih tinggi dibandingkan media non-lipid serta stabilitas yang kompetitif dibandingkan minyak pangan lainnya. Secara keseluruhan, aktivitas antioksidan dan stabilitas yang diperoleh mendukung potensi lutein berbasis minyak bunga matahari sebagai pewarna alami sekaligus alternatif antioksidan sintesis dalam aplikasi pangan.

Kata kunci: lutein; kinetika degradasi; oleoresin marigold; pewarna makanan alami; saponifikasi

*Marigold flowers (*Tagetes erecta*) are developed as natural food colorants due to their high lutein content, which provides coloration and exhibits antioxidant properties for food and health applications. Lutein esters were extracted from marigold flowers using Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE) with sunflower oil as the solvent to support green chemistry practices. The resulting oleoresin contained lutein esters and triglycerides, both of which possess ester functional groups that can react with KOH during the saponification process. Differences in molecular structural complexity between these compounds may influence the saponification efficiency of lutein esters. Lutein is also known to be sensitive to temperature, pH, and exposure duration during saponification. Therefore, this study aimed to determine the optimum saponification conditions of oleoresin to maximize lutein content using a Response Surface Methodology–Box–Behnken Design (RSM–BBD) approach. The radical scavenging activity of lutein obtained under optimum conditions was then evaluated and compared with that of butylated hydroxytoluene (BHT). In addition, lutein stability in the sunflower oil matrix was analyzed through degradation kinetics during storage at room temperature. The study began with temperature screening, followed by screening of the KOH in ethanol solution to oleoresin ratio. Subsequent optimization at 50 °C yielded optimum conditions at a KOH concentration of 2.15% in ethanol, a 1:1 ratio of KOH in ethanol solution to oleoresin, and a saponification time of 2 h 20 min, resulting in a lutein content of 11.47 mg/g dried flowers. Under these optimum conditions, lutein exhibited a radical scavenging activity of 47.09% in an in vitro assay, equivalent to BHT at a concentration of 12,916 mg/L within the same testing system. The lutein content showed a linear relationship with the CIELAB color parameters b^* and C^* . Moreover, the stability of lutein in the sunflower oil matrix was investigated by monitoring its concentration at 24 h intervals during storage at room temperature. The results indicated that lutein degradation followed zero-order kinetics during the early storage stage (day 0 to day 8) and shifted to first-order kinetics during the later storage stage (day 9 to day 28). Based on the degradation profile during storage, lutein exhibited a half-life of approximately 27 days. These findings indicate higher resistance to degradation compared with non-lipid media and competitive stability relative to other edible oils. Overall, the observed antioxidant activity and stability support the potential of sunflower oil–based lutein as a natural colorant as well as an alternative to synthetic antioxidants for food applications.*

Keywords: *degradation kinetics; lutein; marigold oleoresin; natural food colorant; saponification*