

ABSTRAK

Salah satu senyawa utama kelompok karotenoid adalah β -karoten yang banyak ditemukan pada buah dan sayuran yang berwarna kuning, oranye dan hijau tua. β -karoten dibutuhkan bagi tubuh karena manfaatnya bagi kesehatan. Manusia tidak dapat mensintesis β -karoten, diet β -karoten sebagai sumber nutrisi diperoleh melalui penambahan β -karoten, sehingga dibutuhkan intake dari luar berupa makanan yang mengandung β -karoten. Namun penyerapan β -karoten seringkali tidak efisien dan sangat bervariasi, terkait daya larutnya yang rendah. Proses absorpsi komponen bioaktif pada tubuh manusia sangat penting untuk diketahui, karena berhubungan dengan bagaimana perannya bagi kesehatan. Salah satu upaya meningkatkan kelarutan β -karoten adalah dengan menggabungkannya dalam sistem pembawa.

Nanostructured Lipid Carriers (NLC) adalah sistem pembawa berbasis lipida yang menggunakan kombinasi matrik berupa lipida padat dan cair yang distabilkan dengan surfaktan. Sistem pembawa NLC dikembangkan untuk memfasilitasi dispersi senyawa bioaktif hidrofobik dalam sistem hidrofilik. Penelitian ini bertujuan untuk ; (1) mengetahui karakteristik fisik (profil asam lemak, *melting point*, interaksi dan kristalinitas) *palm stearin* dan *palm olein* sebagai matrik lipida sistem pembawa NLC; (2) mendapatkan formula NLC β -karoten serta menentukan stabilitas fisikokimia selama penyimpanan; (3) menentukan bioaksesibilitas NLC β -karoten secara *in vitro*; (4) menentukan kapasitas antioksidan β -karoten dengan metode DPPH dan ABTS; (5) mengetahui laju difusi NLC β -karoten secara *in vitro* menggunakan sel difusi *Franz Horizontal*.

Penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut: (i) karakterisasi fisik *palm stearin* dan *palm olein*; (ii) formula NLC dan karakterisasi formula yang stabil terhadap sentrifugasi, pemanasan pendinginan dan penyimpanan; (iii) optimasi NLC β -karoten dengan *Response Surface Method* (RSM)-*Box Behnken Design* (BBD); (iv) penentuan bioaksesibilitas NLC β -karoten menggunakan sistem simulasi digesti secara *in vitro* dan pengujian aktivitas antioksidan, dan (v) uji difusi secara *in vitro* (metode *Franz Difusi Horizontal*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *palm stearin* dan *palm olein* berpotensi sebagai matrik lipida dalam sistem pembawa. Sistem pembawa NLC berhasil dibuat dengan menggunakan metode *High Shear Homogenizer* yang dilanjutkan dengan sonikasi dan menghasilkan formula yang stabil pada rasio lipida padat:lipida cair 5:5 s.d. 9:1 (b/b), rasio lipida: surfaktan 1:4 s.d.1:5 (b/b), dan rasio lipida + surfaktan / air 65, 70, 75 dan 80% (b/b). Formula yang stabil memiliki nilai pH pada kisaran $6,28 \pm 0,15$ s.d. $6,44 \pm 0,11$, nilai viskositas $18,17 \pm 0,29$ s.d. $26,83 \pm 1,61$ cp, ukuran partikel rata-rata $164 \pm 6,6$ s.d. $340 \pm 2,0$ nm, indeks polidispersi $0,20 \pm 0,01$ s.d. $0,53 \pm 0,01$, dan zeta potensial $(-21,25 \pm 0,01)$ s.d. $(-33,70 \pm 0,44)$ mV. Optimasi NLC β -karoten dengan RSM-BBD menunjukkan formula optimal dengan ukuran partikel 166 nm, indeks polidispersitas 0,35, zeta potensial -26,9 mV dengan efisiensi enkapsulasi 91,2%. Secara *in vitro* pada sistem simulasi digesti sistem pembawa NLC memiliki kemampuan pelepasan β -karoten sebesar 233 $\mu\text{g/mL}$ dan berimplikasi pada peningkatan bioaksesibilitas mencapai 60,78%. Sistem pembawa NLC β -karoten memiliki kemampuan menangkap radikal bebas ABTS dan DPPH $91,47 \pm 1,9\%$ dan $24,72 \pm 0,38\%$ dan memiliki nilai IC_{50} 7 $\mu\text{g} / \text{ml}$ dan 61,2 $\mu\text{g} / \text{mL}$. Aktivitas antioksidan NLC β -karoten pada sistem digesti lebih tinggi dibandingkan di awal sebelum dalam fase pencernaan.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**PALM STEARIN DAN PALM OLEIN- BASED NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC) UNTUK
MENINGKATKAN
STABILITAS, BIOAKSESIBILITAS DAN KAPASITAS ANTIOKSIDAN BETAKAROTEN SEBAGAI
INGREDIEN PANGAN
FUNGSIONAL**

MIFTAKHUR ROHMAH, Prof. Dr. Ir. Sri Raharjo, M.Sc; Dr. Chusnul Hidayat; Dr. Ronny Martien

Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Difusi β -karoten dengan metode franz difusi horisontal secara *in vitro* menunjukkan β -karoten dalam NLC mampu terdifusi sebanyak 110,65 $\mu\text{g/mL}$ selama 24 jam pengamatan dengan nilai fluks 1 $\mu\text{g/cm}^2/\text{jam}$. Berdasarkan hasil tersebut NLC dengan matrik lipida *palm stearin* dan *palm olein* memiliki kemampuan meningkatkan stabilitas, bioaksesibilitas dan kapasitas antioksidan β -karoten.

Kata kunci: *Nanostructured Lipid Carriers*; *palm stearin*; *palm olein*; β -karoten; antioksidan

ABSTRACT

β -carotene is a member of the carotenoid group found in yellow, orange and dark green fruits and vegetables. β -carotene plays an important role to benefit humans health. Since β -carotene cannot synthesized by humans, β -carotene diet as a source of nutrients is obtained through β -carotene additions, so that external intake is needed in the form of foods containing β -carotene. However, absorption of β -carotene is often inefficient and very varied, due to its low solubility. The process of absorbing bioactive components in the human body is very important to understand, because it relates to how it plays a role in health. One effort to increase the solubility of β -carotene is by combining it in the carrier system.

Nanostructured Lipid Carriers (NLC) is a lipid-based carrier system that uses a combination of matrices in the form of solid and liquid lipids stabilized with surfactants. The NLC carrier system was developed to facilitate the dispersion of hydrophobic bioactive compounds in hydrophilic systems. This research aims to ; (1) understand the physical properties (fatty acid profile, melting point, interaction and crystallinity) of palm stearin and palm olein as NLC carrier lipid matrix systems; (2) obtain the NLC β -carotene formula and determine the physicochemical stability during storage; (3) determine the bioaccessibility of NLC β -carotene in vitro; (4) determine the antioxidant capacity of β -carotene with the DPPH and ABTS method; (5) determine the rate of diffusion of NLC β -carotene in vitro using Franz Horizontal diffusion cells.

This research includes the following stages: (i) characterization of the physical properties of palm stearin and palm olein; (ii) NLC formulation and stable formula characterization to centrifugation, heating, cooling and storage; (iii) optimization of β -carotene NLC with Response Surface Method (RSM)-Box Behnken Design (BBD); (iv) determination of bioaccessibility of NLC β -carotene using an in vitro digestion simulation system and testing of antioxidant activity, and (v) diffusion test in vitro (Franz Horizontal Diffusion method).

The results showed that palm stearin and palm olein were potential lipid matrices in the carrier system. The NLC carrier system was successfully made using the High Shear Homogenizer method which was continued by sonication and produced a formula that was stable at the ratio of solid lipids: liquid lipids 5: 5 to 9: 1 (w/w), lipid: surfactant ratio 1: 4 to 1: 5 (w/w), and lipid + surfactant / water ratio 65, 70, 75 and 80% (w/w). A stable formula has a pH value in the range of 6.28 ± 0.15 to 6.44 ± 0.11 , the viscosity value is 18.17 ± 0.29 to 26.83 ± 1.61 cp, the average particle size is 164 ± 6.6 to 340 ± 2.0 nm, the polydispersion index is 0.20 ± 0.01 to 0.53 ± 0.01 , and potential zeta (-21.25 ± 0.01) to (-33.70 ± 0.44) mV. Optimization of β -carotene NLC with RSM-BBD showed optimal formula with particle size of 166 nm, polydispersity index of 0.35, zeta potential of -26.9 mV with encapsulation efficiency of 91.2%. The in vitro simulation system of digestion of NLC carrier systems has the ability to release β -carotene by $233 \mu\text{g} / \text{mL}$ and has implications in increasing bioaccessibility by 60.78%. The NLC β -carotene carrier system has the ability to capture free radicals ABTS and DPPH by $91.47 \pm 1.9\%$ and $24.72 \pm 0.38\%$ and has IC_{50} values of $7 \mu\text{g} / \text{ml}$ and $61.2 \mu\text{g} / \text{mL}$. The NLC β -carotene antioxidant activity in the digestion system is higher than at the beginning before in the digestive phase. Diffusion of β -carotene with the horizontal diffusion franz method in vitro showed β -carotene in NLC capable of diffusing $110.65 \mu\text{g} / \text{mL}$ for 24 hours of observation with a flux value of $1 \mu\text{g} / \text{cm}^2 / \text{hour}$. Based on these results NLC with lipid palm stearin and palm olein matrix has the ability to increase the stability, bioaccessibility and antioxidant capacity of β -carotene.



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

**PALM STEARIN DAN PALM OLEIN- BASED NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC) UNTUK
MENINGKATKAN
STABILITAS, BIOAKSESIBILITAS DAN KAPASITAS ANTIOKSIDAN BETAKAROTEN SEBAGAI
INGRIDEN PANGAN
FUNGSIONAL**

MIFTAKHUR ROHMAH, Prof. Dr. Ir. Sri Raharjo, M.Sc; Dr. Chusnul Hidayat; Dr. Ronny Martien
Universitas Gadjah Mada, 2019 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Keywords: Nanostructured Lipid Carriers; palm sterain; palm olein; β -carotene, antioxidants