

## FORMULASI DAN UJI STABILITAS FISIK NANOSTRUCTURE LIPID CARRIER KOENZIM Q10 DARI CAMPURAN FRAKSI SETIL PALMITAT

*(Formulation and Physical Stability Test of Nanostructure Lipid Carrier (NLC) Coenzyme Q10 From Cetyl Palmitate Fraction)*

Silvi Ayu Wulansari, Lailatus Sa'diyah\*

Program Studi D3 Farmasi, Akademi Farmasi Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.  
Email: [lailasadiya@gmail.com](mailto:lailasadiya@gmail.com)

### Article Info:

Received: 2026-05-21  
Accepted: 2026-07-13  
Available Online: 2026-07-17

### Keywords:

Coenzyme Q10; Nanostructured Lipid Carrier (NLC); Skin aging.

### Corresponding Author:

Lailatus Sa'diyah  
Program Studi D3 Farmasi  
Akademi Farmasi Surabaya  
Surabaya  
Jawa Timur  
Indonesia  
email: [lailasadiya@gmail.com](mailto:lailasadiya@gmail.com)

### ABSTRACT

Coenzyme Q10 (CoQ10) is an additional supplement that acts as an antioxidant agent and plays an anti-aging role in the skin. One of the factors that can support the penetration of coenzyme Q10 into the skin is the use of the Nanostructured Lipid Carrier (NLC) system. Differences in the concentration of solid lipids used in the NLC system can play an important role in controlling drug release, so that topical use of Coenzyme Q10 can work optimally. The aim of this study is to determine the effect of solid lipid concentration on the stability of Nanostructured Lipid Carrier (NLC) containing active ingredient Coenzyme Q10. In this study, NLC were made in 3 formulas with different concentrations of cetyl palmitate as solid lipids, namely F1 10%; F2 11%; F3 12% and isopropyl palmitate as liquid lipid 3%. Several aspects such as organoleptic, homogeneity, pH, spreadability, zeta potential and particle size on NLC will be measured both before and after the stability test. The stability test used in this study uses several methods including Centrifugation, Heat Shock and Freeze-Thaw. The data were analyzed using a paired t-test. In the organoleptic tests by centrifugation, heat shock, and Freeze-Thaw, the results showed that the three formulations were homogeneous, there was no phase separation, they were semi-solid, yellow in color, and odorless. The average pH value in the Freeze-Thaw stability test of F1, F2, and F3 varied between 5.08-5.31 (before) and 5.4-5.65 (after). The results showed that differences in the concentration of cetyl palmitate as a solid lipid had a significant effect on the physical stability of NLC coenzyme Q10 on particle size which showed significant differences ( $p < 0.05$ ), while the concentration of cetyl palmitate had no significant effect on the pH value, Spreadability and zeta potential which showed significant results ( $p > 0.05$ ).



Copyright © 2026 Journal As-Syifaa Farmasi by Faculty of Pharmacy, Muslim University. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

### Published by:

Fakultas Farmasi  
Universitas Muslim Indonesia

### Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI) Makassar, Sulawesi Selatan.

### Email:

[jurnal.farmasi@umi.ac.id](mailto:jurnal.farmasi@umi.ac.id)

## ABSTRAK

Koenzim Q10 (CoQ10) merupakan salah satu suplemen tambahan yang bertindak sebagai agen antioksidan dan berperan sebagai anti-penuaan pada kulit. Salah satu faktor yang dapat mendukung penetrasi koenzim Q10 ke dalam kulit adalah penggunaan sistem *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC). Perbedaan konsentrasi penggunaan Lipid padat pada sistem NLC dapat berperan penting dalam mengendalikan pelepasan obat, sehingga penggunaan Koenzim Q10 secara topikal dapat bekerja maksimal. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi lipid padat (setil palmitat 10%, 11%, dan 12%) terhadap stabilitas sediaan *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) yang mengandung bahan aktif Koenzim Q10. Pada penelitian ini sediaan NLC dibuat sebanyak 3 formula dengan perbedaan konsentrasi setil palmitat sebagai lipid padat yaitu F1 10%; F2 11%; F3 12% dan isopropyl palmitat sebagai lipid cair 3%. Sediaan yang telah dibuat selanjutnya akan dilakukan pengamatan organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, zeta potensial dan ukuran partikel pada sebelum dan sesudah sediaan diuji stabilitas. Uji stabilitas yang digunakan pada penelitian ini menggunakan beberapa metode antara lain sentrifugasi, *Heat Shock* dan *Freeze-Thaw*. Data penelitian dianalisis menggunakan uji-t berpasangan untuk mengetahui pengaruh uji stabilitas terhadap stabilitas fisik NLC koenzim Q10. Pada uji organoleptis secara sentrifugasi, *heat shock*, dan *Freeze-Thaw* menunjukkan hasil bahwa pada ketiga formula sediaan bersifat homogen, tidak terjadi pemisahan fase, berbentuk setengah padat, berwarna kuning, tidak berbau. Nilai pH rata-rata pada uji stabilitas *Freeze-Thaw* dari F1, F2, dan F3 bervariasi antara 5,08-5,31 (sebelum) dan 5,4-5,65 (sesudah). Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi setil palmitat sebagai lipid padat berpengaruh secara signifikan terhadap Stabilitas fisik NLC koenzim Q10 pada ukuran partikel yang menunjukkan hasil beda signifikan ( $p < 0,05$ ), sedangkan konsentrasi setil palmitat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH, Daya sebar dan zeta potensial yang menunjukkan hasil signifikan ( $p > 0,05$ ).

**Kata kunci:** Koenzim Q10; *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC); Penuaan Kulit.

## PENDAHULUAN

Penuaan pada kulit adalah suatu proses menurunnya fungsi kulit secara bertahap. Adapaun faktor yang berperan serta dalam penuaan kulit, yaitu faktor intrinsik dan ekstrinsik. Penuaan intrinsik tidak dapat dihindari karena terjadi pada morfologi dan fisiologis kulit karena bertambahnya usia yang ditandai seperti penipisan lapisan kulit, muncul kerutan karena kelembaban kulit berkurang. Penuaan ekstrinsik merupakan faktor pendukung yang akan mempercepat munculnya faktor intrinsik tersebut pemicunya antara lain polusi dan paparan sinar uv. Apabila faktor ekstrinsik tersebut terjadi maka akan menyebabkan peningkatan radikal bebas dalam tubuh.<sup>1</sup>

Peningkatan radikal bebas di dalam tubuh, terutama pada kulit, ditandai dengan meningkatnya pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) akibat paparan sinar matahari

yang berlebihan. Peningkatan ROS dapat menyebabkan kerusakan membran sel kulit dan penurunan produksi kolagen sehingga elastisitas kulit berkurang dan muncul keriput yang memicu terjadinya penuaan dini atau photoaging.<sup>2</sup> Secara umum, penuaan dini banyak dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik, seperti polusi dan paparan sinar ultraviolet. Penelitian di Jakarta menunjukkan bahwa 78 dari 136 responden mengalami penuaan dini akibat paparan sinar UVB.<sup>3</sup> Kondisi serupa juga ditemukan di Australia dan Selandia Baru, yaitu sekitar 1.400 dari 2.095 responden atau 83% mengalami photoaging dengan kategori berat hingga sangat berat.<sup>4</sup>

Pembentukan radikal bebas sebagai salah satu faktor utama dalam proses penuaan dapat dicegah atau diminimalkan melalui penggunaan antioksidan.<sup>5</sup> Salah satu senyawa antioksidan yang berperan dalam menangkal radikal bebas adalah koenzim Q10 yang

mampu melindungi sel dan jaringan tubuh dari kerusakan oksidatif serta secara *in vitro* diketahui dapat menurunkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan mengurangi kerusakan DNA pada keratinosit manusia akibat paparan radiasi UVA.<sup>6</sup> Efektivitas koenzim Q10 juga ditunjukkan dalam suatu penelitian terhadap 30 wanita berusia 35-60 tahun dengan kondisi kulit kering atau normal menunjukkan bahwa penggunaan produk perawatan kulit yang mengandung koenzim Q10 pada area lengan dapat meningkatkan status antioksidan kulit, yang ditunjukkan oleh penurunan emisi *ultra-weak photon* akibat paparan UVA, serta meningkatkan kelembapan kulit berdasarkan pengukuran menggunakan korneometer.<sup>7</sup>

Penggunaan koenzim Q10 secara topikal untuk melawan penuaan dini mengharuskan koenzim Q10 menembus stratum korneum dan epidermis. Namun, dengan kelarutan Koenzim Q10 pada lemak dan berat molekul yang besar (863,3 g/mol), menjadikan koenzim Q10 sulit menembus kulit meskipun memiliki efek yang bermanfaat. Selain itu, koenzim Q10 mudah terdegradasi ketika terpapar cahaya.<sup>8,9</sup> Adapun salah satu cara agar koenzim Q10 mampu terpenetrasi sempurna ke dalam kulit yaitu dengan sistem pembawa (*lipid carrier*) yaitu *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC).<sup>10</sup>

NLC merupakan sistem nanopartikel lipid generasi kedua yang dikembangkan untuk memperbaiki keterbatasan *Solid Lipid Nanoparticle* (SLN).<sup>11</sup> NLC tersusun atas lipid padat, lipid cair, dan surfaktan yang dapat meningkatkan penetrasi obat melalui stratum korneum, mengendalikan pelepasan, serta berperan sebagai drug reservoir. Pada formulasi NLC koenzim Q10, variasi rasio lipid

tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap pelepasan, tetapi memengaruhi ukuran partikel, viskositas, kadar, dan efisiensi pemerangkapan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa NLC berpotensi meningkatkan penghantaran koenzim Q10 ke dalam kulit.<sup>12,13</sup>

Komposisi lipid padat merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi karakteristik dan stabilitas fisik Nanostructured Lipid Carrier (NLC). Pada penelitian ini, setil palmitat digunakan sebagai lipid padat dalam formulasi NLC koenzim Q10 karena mampu membentuk matriks lipid yang dapat memerangkap dan melindungi zat aktif. Variasi konsentrasi setil palmitat sebesar 10%, 11%, dan 12% diperkirakan memengaruhi karakteristik fisik sediaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi setil palmitat terhadap stabilitas fisik NLC koenzim Q10.

## METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dan kuantitatif yang ditujukan untuk mengukur stabilitas NLC koenzim Q10 yang dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi lipid padat. Pengamatan stabilitas fisik meliputi pengamatan karakter organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, zeta potensial dan ukuran partikel. Variabel bebas pada penelitian ini adalah perbedaan konsentrasi lipid padat (setil palmitat 10%, 11%, dan 12%) dan variabel terikat yaitu stabilitas NLC koenzim Q10. Adapun teknik pengumpulan data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Data diperoleh melalui serangkaian pengujian laboratorium terhadap setiap formula, yaitu: Observasi organoleptis (warna, bau, bentuk, pemisahan fase), Uji homogenitas, Pengukuran pH menggunakan pH meter, Pengukuran daya sebar, Pengukuran ukuran

partikel, Pengukuran zeta potensial, dan pengujian stabilitas menggunakan metode: Sentrifugasi, *Heat Shock*, dan Freeze–Thaw.

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi, neraca analitik (ACIS AD-300i), beaker glass (Pyrex), magnetic stirrer (Pyrex) dan hot plate (Pyrex), batang pengaduk (Pyrex), cawan porselein (Pyrex), sendok stainless (Pyrex), dan ultra-turax. Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi, koenzim Q10 (Kangcare, Nanjing-China), tween 80, span 80 (Croda, Yorkshine-United), PEG-40 Hydrogenate Castor Oil (HCO) (Clariant, Mutierz-Switzerland), setil palmitat, isopropyl palmitat, dapar phosphate.

#### Prosedur Kerja

Tahapan penelitian ini, diawali dengan melakukan pembuatan 3 formula sediaan *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC) koenzim Q10 dengan konsentrasi variasi lipid padat setil palmitat F1 (10%), F2 (11%), F3 (12%) dan lipid cair isopropyl Palmitat 3%. Masing-masing formula dibuat menjadi 3 replikasi, tetapi untuk uji ukuran partikel dan zeta potensial menggunakan 3 replikasi. Kemudian sediaan

ini akan dilakukan uji stabilitas menggunakan beberapa metode antara lain Sentrifugasi, *Heat Shock* dan *Freeze-Thaw*. Pengamatan stabilitas fisik meliputi organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, zeta potensial dan ukuran partikel.

#### Pembuatan Formula *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC)

Formula NLC dibuat dengan cara melebur lipid padat dan lipid cair di suhu ( $70^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) memakai *hot plate*. Koenzim Q10, Span 80 dan Tween 80 ditambahkan kedalam campuran lipid. Fase air dibuat dengan cara mencampurkannya dengan PEG-40 HCO dan dapar phosphate dengan PH  $6,0 \pm 0,2$  dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm selama 2 menit dengan suhu ( $70^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Kemudian fase lipid dan fase air dicampur menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm selama 3 menit. Lalu tahap selanjutnya masuk kedalam tahap pendinginan, dilakukan dengan cara mengaduk campuran dengan high shear homogenizer ultra-turax kecepatan 11.000 rpm dengan suhu ( $70^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) selama 10 menit.<sup>14</sup>

**Tabel 1.** Formula sediaan *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC) koenzim Q10

| FUNGSI       | BAHAN                     | KONSENTRASI (%) |    |    |
|--------------|---------------------------|-----------------|----|----|
|              |                           | F1              | F2 | F3 |
| Zat Aktif    | Koenzim Q10               | 1               | 1  | 1  |
| Surfaktan    | Tween 80                  | 8               | 8  | 8  |
| Surfaktan    | Span 80                   | 12              | 12 | 12 |
| Co Surfaktan | PEG-40 HCO                | 10              | 10 | 10 |
| Lipid padat  | Setil Palmitat            | 10              | 11 | 12 |
| Lipid cair   | <i>IsoPropil Palmitat</i> | 3               | 3  | 3  |
| Fase Air     | Dapar phosphate 6.0       | Sampai 100      |    |    |

#### Uji Stabilitas NLC Koenzim Q10

##### Metode *Sentrifugasi*

Dilakukan dengan mengambil sebanyak 10 gram sediaan *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC) koenzim Q10 dimasukkan ke dalam

tabung eppendorf kemudian *disentrifugasi* selama 30 menit dengan kecepatan 10.000 rpm, dimana hasil stabilitasnya ekivalensi dengan efek gravitasi selama satu tahun. Pengamatan stabilitas fisik dilakukan setelah

sediaan *disentrifugasi*. Pengamatan meliputi organoleptis dan homogenitas.<sup>15</sup>

#### **Metode Heat Shock Stability**

Dilakukan dengan mengambil sebanyak 2 gram NLC koenzim Q10 dimasukkan ke dalam wadah kemudian disimpan di dalam oven dengan suhu 70°C selama 5 jam dan setelah selesai penyimpanan dilakukan pengamatan organoleptis dan homogenitas.<sup>15</sup>

#### **Metode Freeze-Thaw**

Dilakukan dengan mengambil sebanyak 2 gram NLC koenzim Q10 dimasukkan ke dalam wadah. Sampel disimpan pada suhu 4°C (24 jam), lalu dipindahkan pada suhu 40°C (24 jam) terhitung (1 siklus). Pengujian stabilitas dilakukan sebanyak 6 siklus (12 hari). Setelah sediaan disimpan dalam masa 6 siklus dilakukan pengamatan stabilitas fisik NLC koenzim Q10.<sup>16</sup>

#### **Uji Organoleptis dan Homogenitas.**

Pengamatan dilakukan secara visual menggunakan panca indra, pengamatan yang dilakukan antara lain bentuk, warna, dan fase yang terbentuk dari sediaan NLC Koenzim Q10.

**Uji pH.** Pengujian pH dilakukan dengan cara mengambil masing-masing 1 gram sediaan lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi, setelah itu ditambahkan air bebas CO<sub>2</sub> ke dalam tabung reaksi, setelah itu diberi label pada F1, F2 dan F3. Masing-masing formula divortex hingga sediaan tercampur merata, lalu diuji menggunakan pH meter dan dicatat hasilnya.<sup>17</sup>

**Uji Daya Sebar.** Penentuan daya sebar dilakukan dengan cara tiap formula dan replikasinya ditimbang sebanyak 1 gram lalu diletakkan di kaca arloji yang sudah diberi label F1,F2,F3. Setelah ditimbang masing-masing formula diletakkan diatas kaca berskala lalu ditimpa dengan anak timbangan dari beban 50-

200 gram selama 1 menit lalu diukur lebarnya. Jika lebar sediaan tidak mendapatkan hasil yang baik (lingkaran bulat), maka dihitung rata-ratanya dengan cara diukur 2 lebar sediaan tersebut.<sup>18</sup>

#### **Uji Ukuran Partikel dan Zeta Potensial.**

Pengujian ukuran partikel, dan zeta potensial NLC koenzim Q10 dilakukan dengan mengambil 2 gram sediaan NLC koenzim Q10 ditambahkan aqua bidestilata sampai 10 ml kemudian diamati menggunakan alat *Particle Size Analyzer*. Data yang diamati adalah diameter partikel rata-rata, dan zeta potensial.<sup>19</sup>

#### **Analisis Data Penelitian**

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi setil palmitat terhadap stabilitas NLC koenzim Q10 menggunakan analisis deskriptif dan analisis statistik *Tukey* dan uji-*t*.<sup>20</sup>

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini dibuat sediaan NLC dengan bahan aktif koenzim Q10 yang berfungsi sebagai anti-aging, Setil palmitat digunakan sebagai lipid padat dan caprylic sebagai lipid cair. Pada pembuatan sediaan NLC menggunakan 3 formula dengan variasi lipid padat (setil palmitat) yang berbeda (F1 10%, F2 11%, F3 12%) dengan lipid isopropyl palmitat 3% dan masing-masing formula menggunakan 3 replikasi. Kemudian setelah sediaan jadi, tahap selanjutnya ialah pengujian, pada pengujian ini diharapkan memperoleh sediaan NLC yang cukup stabil yang ditunjukkan tidak adanya pemisahan fase pada sediaan NLC.

#### **Uji organoleptis pada Uji Sentrifugasi**

Hasil uji organoleptis dan homogenitas (bentuk, warna, bau) dan homogenitas pada uji stabilitas menggunakan metode sentrifugasi

dengan kecepatan 10.000 ppm selama 30 menit diketahui bahwa sediaan sediaan NLC koenzim Q10 pada F1, F2, dan F3 tidak terjadi pemisahan fase yang artinya ketiga sediaan dapat dikatakan stabil (Tabel 2).

Pengamatan uji sentrifugasi pada sediaan NLC bertujuan untuk mengetahui pengaruh formulasi terhadap stabilitas sediaan pada *mechanical stress* yang diasumsikan oleh pengaruh gaya gravitasi selama satu tahun.

Selain itu uji ini memberikan gaya mekanik (gaya sentrifugal) yang jauh lebih besar daripada gaya gravitasi normal. Tujuannya untuk mempercepat potensi ketidakstabilan fisik pada sediaan NLC. Jika pada pengujian sentrifugasi terdapat pemisahan fase hal ini dapat menindikasikan bahwa komponen lipid padat, lipid cair serta komponen surfaktan yang digunakan perlu disesuaikan kembali untuk mendapatkan sediaan NLC yang stabil.<sup>21</sup>

**Tabel 2.** Hasil Uji Organoleptis dan Homogenitas NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Uji Sentrifugasi

| Spesifikasi                                                                                             | Formula | Replikasi | Organoleptis dan Homogenitas |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------------|---------|
|                                                                                                         |         |           | Sebelum                      | Sesudah |
| Sediaan homogen, tidak terjadi pemisahan fase, berbentuk setengah padat, berwarna kuning, tidak berbau. | F1      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |
|                                                                                                         | F2      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |
|                                                                                                         | F3      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |

Keterangan: **(F1)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; **(F2)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; **(F3)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%; (√): Memenuhi Spesifikasi.

### Uji Organoleptis pada Uji Heat Shock Stability

Uji *heat shock stability* dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sediaan NLC koenzim Q10 dalam mempertahankan karakteristik fisiknya setelah terpapar suhu tinggi.<sup>22</sup> Pengujian dilakukan pada suhu  $80 \pm 2^\circ\text{C}$  selama 5 jam, kemudian kondisi sediaan diamati sebelum dan setelah perlakuan. Berdasarkan Tabel 3 diperoleh seluruh formula F1, F2, dan F3 pada ketiga replikasi tetap memenuhi spesifikasi, yaitu homogen, tidak mengalami pemisahan fase, berbentuk setengah padat, berwarna kuning, dan tidak berbau. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi setil palmitat 10%, 11%, dan

12% mampu mempertahankan stabilitas organoleptis dan homogenitas NLC koenzim Q10 setelah paparan suhu tinggi.

### Uji Stabilitas Freeze-Thaw

#### Uji organoleptis

Pengamatan organoleptis dilakukan secara visual pada setiap formula sebelum dan setelah uji stabilitas menggunakan metode *Freeze-Thaw*. Berdasarkan hasil pada Tabel 4, formula F1, F2, dan F3 tetap stabil selama enam siklus dan tidak menunjukkan adanya pemisahan fase. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi lipid padat setil palmitat tidak memengaruhi stabilitas fisik sediaan NLC koenzim Q10 berdasarkan parameter organoleptis dan pemisahan fase.

**Tabel 3.** Hasil Uji Organoleptis dan Homogenitas NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Heat Shock Stability

| Spesifikasi                                                                                             | Formula | Replikasi | Organoleptis dan Homogenitas |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------------|---------|
|                                                                                                         |         |           | Sebelum                      | Sesudah |
| Sediaan homogen, tidak terjadi pemisahan fase, berbentuk setengah padat, berwarna kuning, tidak berbau. | F1      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |
|                                                                                                         | F2      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |
|                                                                                                         | F3      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |

Keterangan: (F1): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; (F2): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; (F3): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%; (√): Memenuhi Spesifikasi.

**Tabel 4.** Hasil Uji Organoleptis dan Homogenitas NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Uji Freeze-Thaw

| Spesifikasi                                                                                             | Formula | Replikasi | Organoleptis dan Homogenitas |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|------------------------------|---------|
|                                                                                                         |         |           | Sebelum                      | Sesudah |
| Sediaan homogen, tidak terjadi pemisahan fase, berbentuk setengah padat, berwarna kuning, tidak berbau. | F1      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |
|                                                                                                         | F2      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |
|                                                                                                         | F3      | 1         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 2         | √                            | √       |
|                                                                                                         |         | 3         | √                            | √       |

Keterangan: (F1): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; (F2): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; (F3): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%; (√): Memenuhi Spesifikasi.

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran pH NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Uji Stabilitas Freeze-Thaw

| Spesifikasi  | Formula | Replikasi   | pH      |         |
|--------------|---------|-------------|---------|---------|
|              |         |             | Sebelum | Sesudah |
| pH 4,5 - 6,5 | F1      | 1           | 5,69    | 5,34    |
|              |         | 2           | 4,67    | 5,37    |
|              |         | 3           | 4,88    | 5,49    |
|              |         | Rata - rata | 5,08    | 5,4     |
|              | F2      | 1           | 4,81    | 5,57    |
|              |         | 2           | 5,50    | 5,51    |
|              |         | 3           | 5,04    | 5,56    |
|              |         | Rata - rata | 5,11    | 5,5     |
|              | F3      | 1           | 5,09    | 5,74    |
|              |         | 2           | 5,74    | 5,64    |
|              |         | 3           | 5,11    | 5,59    |
|              |         | Rata - rata | 5,31    | 5,65    |

Keterangan: (F1): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; (F2): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; (F3): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%.

### Uji pH

Pengujian pH pada tabel 5, diketahui 3 formula NLC koenzim Q10 memiliki nilai PH

yang cukup bervariasi antar formula F1(5,34-5,49), F2(5,51-5,57), F3(5,59-5,79) walaupun demikian ketiga formula nilai pH sediaan masih

masuk dalam rentang spesifikasi pH sediaan kulit (pH 4,5-6,5).<sup>17</sup> Nilai pH mendekati netral lebih sesuai digunakan sebagai sediaan topikal yang seharusnya memiliki nilai pH antara 4 hingga 7.<sup>23</sup> Selanjutnya dilakukan uji statistik didapat nilai signifikansi  $0,445 > 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa lipid padat dalam sediaan NLC koenzim Q10 tidak mempengaruhi nilai pH. Dapar phosphate yang dipilih 6,0 sudah sesuai karena hasil pengamatan yang didapatkan masih dalam rentang pH kulit.<sup>24</sup> Dalam sediaan topikal pH berkaitan dengan rasa. Ketika dioleskan, pH yang terlalu asam atau basa akan menimbulkan iritasi pada kulit sehingga perlu kesesuaian sediaan krim dengan pH kulit.<sup>25</sup>

### Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar dilakukan untuk menilai kemampuan sediaan NLC koenzim Q10 menyebar pada permukaan kulit. Data hasil pengukuran daya sebar masing-masing formula terlihat pada tabel 6. Berdasarkan hasil analisis statistik, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,052 ( $p > 0,05$ ), yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna antarformula. Dengan demikian, variasi konsentrasi lipid padat setil palmitat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya sebar sediaan NLC koenzim Q10.<sup>23</sup>

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Daya Sebar NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Uji Stabilitas *Freeze-Thaw*

| Spesifikasi      | Formula | Replikasi sediaan | Uji Daya Sebar |            |            |            |            |            |            |            |
|------------------|---------|-------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                  |         |                   | Sebelum        |            |            |            | Sesudah    |            |            |            |
|                  |         |                   | Beban (gr)     |            |            |            | Beban (gr) |            |            |            |
|                  |         |                   | 50             | 100        | 150        | 200        | 50         | 100        | 150        | 200        |
| Daya sebar 5-7cm | F1      | 1                 | 6,2            | 6,5        | 7,3        | 7,5        | 7,5        | 8,6        | 9,8        | 11,3       |
|                  |         | 2                 | 6,3            | 6,7        | 7,4        | 7,6        | 7,4        | 8          | 8,5        | 9,3        |
|                  |         | 3                 | 6,1            | 6,5        | 7,3        | 7,4        | 7,2        | 7,9        | 8,4        | 8,7        |
|                  |         | <b>Rata-rata</b>  | <b>6,3</b>     | <b>6,5</b> | <b>7,3</b> | <b>7,5</b> | <b>7,3</b> | <b>8,1</b> | <b>8,9</b> | <b>9,7</b> |
|                  | F2      | 1                 | 6,5            | 6,8        | 7,2        | 7,5        | 6,5        | 7,4        | 7,8        | 8,4        |
|                  |         | 2                 | 6,5            | 6,7        | 7,1        | 7,4        | 6,4        | 7,8        | 6,8        | 8,5        |
|                  |         | 3                 | 6              | 6,2        | 7          | 7,2        | 5,8        | 6,3        | 6,8        | 7,8        |
|                  |         | <b>Rata-rata</b>  | <b>6,3</b>     | <b>6,5</b> | <b>7,1</b> | <b>7,3</b> | <b>6,2</b> | <b>7,1</b> | <b>7,1</b> | <b>8,2</b> |
|                  | F3      | 1                 | 6,1            | 6,5        | 6,7        | 7,1        | 5,9        | 6,8        | 7,8        | 8,2        |
|                  |         | 2                 | 5,5            | 6,5        | 6,9        | 7          | 4,8        | 5,5        | 6,2        | 6,5        |
|                  |         | 3                 | 5,9            | 6,7        | 7          | 7,3        | 5,6        | 6,4        | 6,7        | 6,9        |
|                  |         | <b>Rata-rata</b>  | <b>5,8</b>     | <b>6,5</b> | <b>6,8</b> | <b>7,0</b> | <b>6,2</b> | <b>6,2</b> | <b>6,9</b> | <b>7,2</b> |

Keterangan: (F1): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; (F2): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; (F3): NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%.

### Uji Ukuran Partikel dan Zeta Potensial

Pengujian ukuran partikel dilakukan untuk mengevaluasi perubahan ukuran partikel NLC koenzim Q10 sebelum dan setelah enam siklus uji *freeze-thaw*. Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 7, rata-rata ukuran partikel sebelum pengujian pada F1, F2, dan F3

berturut-turut sebesar 99,03; 115,62; dan 137,24 nm. Setelah enam siklus *freeze-thaw*, rata-rata ukuran partikel meningkat menjadi 100,10 nm pada F1, 139,82 nm pada F2, dan 152,58 nm pada F3. Secara deskriptif, peningkatan konsentrasi setil palmitat diikuti oleh peningkatan ukuran partikel NLC koenzim



Q10. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya jumlah lipid padat dalam matriks NLC sehingga partikel yang terbentuk menjadi lebih besar. Meskipun mengalami peningkatan setelah uji *freeze-thaw*, seluruh formula masih

memenuhi kriteria ukuran nanopartikel, yaitu 10–1.000 nm. Ukuran partikel yang lebih kecil umumnya mendukung kestabilan dan pemerataan distribusi partikel dalam sistem dispersi.<sup>26,27</sup>

**Tabel 7.** Hasil Pengukuran Ukuran Partikel NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Enam Siklus *Freeze-Thaw*

| Spesifikasi                | Formula | Replikasi          | Ukuran Partikel |                |
|----------------------------|---------|--------------------|-----------------|----------------|
|                            |         |                    | Sebelum         | Sesudah        |
| Ukuran Partikel 10-1000 nm | F1      | 1                  | 98,27           | 99,97          |
|                            |         | 2                  | 99,78           | 100,22         |
|                            |         | <b>Rata - rata</b> | <b>99,025</b>   | <b>100,095</b> |
|                            | F2      | 1                  | 111,48          | 140,11         |
|                            |         | 2                  | 119,75          | 139,53         |
|                            |         | <b>Rata - rata</b> | <b>115,615</b>  | <b>139,82</b>  |
|                            | F3      | 1                  | 134,49          | 155,90         |
|                            |         | 2                  | 139,99          | 149,25         |
|                            |         | <b>Rata - rata</b> | <b>137,24</b>   | <b>152,58</b>  |

Keterangan: **(F1)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; **(F2)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; **(F3)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%.

Hasil analisis statistik menunjukkan nilai signifikansi  $p < 0,05$ , sehingga terdapat perbedaan ukuran partikel yang bermakna antarformula. Peningkatan konsentrasi setil palmitat diikuti oleh peningkatan ukuran partikel NLC koenzim Q10. Selain itu, rata-rata ukuran partikel setelah enam siklus *freeze-thaw* lebih besar dibandingkan sebelum pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi konsentrasi setil palmitat dan perlakuan *freeze-*

*thaw* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ukuran partikel NLC koenzim Q10.

Pengujian potensial zeta dilakukan untuk mengevaluasi perubahan muatan permukaan dan kestabilan dispersi NLC koenzim Q10 akibat variasi konsentrasi setil palmitat dan perlakuan *freeze-thaw*. Pengukuran dilakukan sebelum pengujian pada siklus ke-0 dan setelah pengujian pada siklus ke-6.

**Tabel 8.** Hasil Pengukuran Potensial Zeta NLC Koenzim Q10 Sebelum dan Setelah Enam Siklus *Freeze-Thaw*

| Spesifikasi                  | Formula | Replikasi          | Zeta Potensial |                |
|------------------------------|---------|--------------------|----------------|----------------|
|                              |         |                    | Sebelum        | Sesudah        |
| Potensial zeta $\leq -30$ mV | F1      | 1                  | - 32,31        | - 33,24        |
|                              |         | 2                  | - 33,09        | - 30,10        |
|                              |         | <b>Rata - rata</b> | <b>- 32,70</b> | <b>- 31,67</b> |
|                              | F2      | 1                  | - 36,11        | - 34,84        |
|                              |         | 2                  | - 35,42        | - 34,42        |
|                              |         | <b>Rata - rata</b> | <b>- 35,76</b> | <b>- 34,63</b> |
|                              | F3      | 1                  | - 38,69        | - 35,93        |
|                              |         | 2                  | - 39,03        | - 37,57        |
|                              |         | <b>Rata - rata</b> | <b>- 38,86</b> | <b>- 36,75</b> |

Keterangan: **(F1)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 10%; **(F2)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 11%; **(F3)**: NLC koenzim Q10 dengan konsentrasi setil palmitat 12%.

Berdasarkan tabel 8, rata-rata nilai potensial zeta F1 sebelum dan setelah enam siklus *freeze-thaw* masing-masing sebesar  $-32,70$  dan  $-31,67$  mV. Pada F2 nilai potensial zeta berubah dari  $-35,76$  menjadi  $-34,63$  mV, sedangkan pada F3 berubah dari  $-38,86$  menjadi  $-36,75$  mV. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai signifikansi sebesar  $0,057$  ( $p>0,05$ ), sehingga tidak terdapat perbedaan yang bermakna antara nilai potensial zeta sebelum dan setelah uji *freeze-thaw*. Seluruh formula memiliki nilai absolut potensial zeta lebih dari  $30$  mV, yang menunjukkan kestabilan elektrostatis sistem NLC yang baik. Nilai potensial zeta yang tinggi dapat meningkatkan gaya tolak-menolak antarpartikel sehingga mengurangi kecenderungan terjadinya agregasi, sedangkan nilai absolut di bawah  $30$  mV umumnya menunjukkan risiko ketidakstabilan dispersi yang lebih besar.<sup>28</sup>

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi setil palmitat sebagai lipid padat tidak mempengaruhi karakteristik dan stabilitas fisik pada uji Organoleptis, Homogenitas, pH, dan daya sebar sediaan *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC) koenzim Q10. Namun pada hasil uji ukuran partikel pada uji stabilitas dengan metode *Freeze-Thaw* juga mempengaruhi nilai ukuran partikel dan Zeta Potensial.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Akademi Farmasi Surabaya serta staf laboratorium farmasetika yang telah membantu penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Yusharyahya SN. Mekanisme Penuaan Kulit Sebagai Dasar Pencegahan Dan Pengobatan Kulit Menua. *eJournal*

*Kedokteran Indonesia*. 2021; 9(2):150–150

2. Lestari W, Puspita DA, Mizfaruddin M, Hajar S. The Effect of Sun Exposure on the Severity Degree of Photoaging and Skin Hydration on Service Workers at Dr. Zainoel Abidin Regional General Hospital Banda Aceh. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin*. 2023; 35(3):214–218
3. Dewiastuti M, Hasanah IF. Pengaruh Faktor-Faktor Risiko Penuaan Dini Di Kulit Pada Remaja Wanita Usia 18-21 Tahun. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*.; 10(1). DOI: 10.33533/JPM.V10I1.10
4. Green AC, Hughes MCB, McBride P, Fourtanier A. Factors Associated with Premature Skin Aging (Photoaging) before the Age of 55: A Population-Based Study. *Dermatology*. 2011; 222(1):74–80
5. Juanita G, Aryani NLD. Scale Up Nanostructured Lipid Carrier (NLC) Koenzim Q10 Menggunakan Matriks Lipid Asam Stearat-Isopropil Palmitat. *Jurnal Ners*. 2023; 7(2):908–916
6. Sari AN. Antioksidan Alternatif Untuk Menangkal Bahaya Radikal Bebas Pada Kulit. *Elkawanie*. 2015; 1(1):63–68
7. Ryu KA et al. Topical Delivery of Coenzyme Q10-Loaded Microemulsion for Skin Regeneration. *Pharmaceutics*. 2020; 12(4):332
8. de Souza Guedes L et al. An Overview on Topical Administration of Carotenoids and Coenzyme Q10 Loaded in Lipid Nanoparticles. *Antioxidants*. 2021; 10(7):1034
9. Kumar V et al. Antioxidants for Skin Health. *Recent advances in food, nutrition & agriculture*. 2025; 16(3):250–265
10. Sarifuddin N, Hardia L. Pengaruh Konsentrasi Asam Hialuronat Terhadap Karakteristik Fisik Koenzim Q10 Dalam Sistem Nanostructure Lipid Carrier (NLC). *Jurnal Etnofarmasi*. 2021; 1(1):1–6
11. Satrialdi, Putri PA, Lumintang YA. Pengembangan Formula *Nanostructured Lipid Carrier* (NLC) Sebagai Pembawa Minyak Atsiri Melati (*Jasminum Officinale* L.) Serta Potensi Aktivitas Antioksidan.

- Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 2023; 27(2):32–38
12. Patimah R, Hendradi E. Pengaruh HPMC 606 Terhadap Kadar Penetrasi Coenzyme Q10 Dalam Sistem Nanostructured Lipid Carrier (NIC) Pada Patch Tipe Membran. *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*. 2020; 4(1):282–288
  13. Suyuti A, Hendradi E, Purwanti T. Effect of Different Lipid Ratios on Physicochemical Stability and Drug Release of Nanostructured Lipid Carriers Loaded Coenzyme Q10. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 2023; 10(1):44–53
  14. Huda C. Pengaruh Konsentrasi Setil Palmitat Terhadap Karakteristik Fisik Nanostructured Lipid Carriers (NLC) Koenzim Q10 (Karya Tulis Ilmiah Diploma). Surabaya: Akademi Farmasi Surabaya. 2023
  15. Wulansari SA, Umarudin U. Pengaruh Variasi Kombinasi Konsentrasi Surfaktan Non Ionik (Span 60 Dan Peg-40 Hco) Terhadap Stabilitas Fisik Mikroemulsi Koenzym Q10. *Jurnal Surya Medika*. 2020; 6(1):77–83
  16. Fitriani EW, Imelda E, Kornelis C, Avanti C. Karakterisasi Dan Stabilitas Fisik Mikroemulsi Tipe A/M Dengan Berbagai Fase Minyak. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 2016; 3(1):31–44
  17. Muthoharoh L, Ratna Rianti D. Uji Stabilitas Fisik Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.). *Jurnal Kefarmasian Akfarindo*. 2020; 5(1):27–35
  18. Tungadi R, Pakaya MSy, d.as'ali priiliya wati. Formulasi Dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Senyawa Astaxanthin. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*. 2023; 3(1):117
  19. Abdassah M. Nanopartikel Dengan Gelasi Ionik. *Farmaka*. 2017; 15(1):45–52
  20. Febriani S, Astuti, Ediputra K, Zulfah. Anova Dan Tukey HSD Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menjawab Soal Cerita Matematika Berdasarkan Kriteria Watson. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*. 2023; 2(1):183–188
  21. Hafifah FN, Agustina LS, Latifah N. Review Formulasi Dan Evaluasi Stabilitas Fisik Sediaan Krim Berbahan Alam: Tinjauan Berbasis Berbagai Metode Uji (Cycling, Freeze-Thaw, Sentrifugasi). *Sains Medisina*. 2025; 3(5):320–328
  22. Juwita F. Pengaruh Konsentrasi Setil Palmitat Terhadap Stabilitas Zeta Potensial Sediaan Nanostructured Lipid Carriers (NLC) Koenzim Q10 (Karya Tulis Diploma). Surabaya: Akademi Farmasi Surabaya. 2024
  23. Lambers H et al. Natural Skin Surface PH Is on Average below 5, Which Is Beneficial for Its Resident Flora. *Int J Cosmet Sci*. 2006; 28(5):359–370
  24. Wulansari SA, Sumiyani R, Aryani NLD. Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Terhadap Karakteristik Fisik Nanoemulsi Dan Nanoemulsi Gel Koenzym Q10. *Jurnal Kimia Riset*. 2019; 4(2):143–151
  25. Saryanti D, Setiawan I, Safitri RA. Optimasi Asam Stearat Dan Tea Pada Formula Sediaan Krim Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.). *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*. 2019; 1(3):225–237
  26. Haider M, Abdin SM, Kamal L, Orive G. Nanostructured Lipid Carriers for Delivery of Chemotherapeutics: A Review. *Pharmaceutics* 2020, Vol 12, Page 288. 2020; 12(3):288
  27. Mu L, Feng SS. A Novel Controlled Release Formulation for the Anticancer Drug Paclitaxel (Taxol®): PLGA Nanoparticles Containing Vitamin E TPGS. *Journal of Controlled Release*. 2003; 86(1):33–48
  28. Prihantini M, Wibowo DN, Azizah N, Setya NF. Formulasi Dan Uji Stabilitas Antioksidan Krim Nanopartikel Kitosan-Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.) Menggunakan Metode Cycling Test. *J Ilm Cendekia Eksakta*. 2021; 6(2):88–93