

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN LIPID PADAT (GLISERIL, DIBEHENAT,
MONOSTEARIN, DAN SETIL PALMITAT) DENGAN LIPID CAIR ASAM
OLEAT TERHADAP KARAKTERISTIK DAN STABILITAS
NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS QUERCETIN DALAM SEDIAAN GEL**



CLAUDIA AGUSTYANDINI WAHYUNINGWIDHI

FAKULTAS FARMASI UNIVERSITAS AIRLANGGA

DEPARTEMEN ILMU KEFARMASIAN

SURABAYA

2022

SKRIPSI

**PENGARUH PERBEDAAN LIPID PADAT (GLISERIL, DIBEHENAT,
MONOSTEARIN, DAN SETIL PALMITAT) DENGAN LIPID CAIR ASAM
OLEAT TERHADAP KARAKTERISTIK DAN STABILITAS
NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS QUERCETIN DALAM SEDIAAN GEL**



CLAUDIA AGUSTYANDINI WAHYUNINGWIDHI

FAKULTAS FARMASI UNIVERSITAS AIRLANGGA

DEPARTEMEN ILMU KEFARMASIAN

SURABAYA

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PERBEDAAN LIPID PADAT (GLISERIL
DIBEHENAT, MONOSTEARIN, DAN SETIL PALMITAT)
DENGAN LIPID CAIR ASAM OLEAT TERHADAP
KARAKTERISTIK DAN STABILITAS *NANOSTRUCTURED LIPID*
CARRIERS QUERCETIN DALAM SEDIAAN GEL**

SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi syarat mencapai gelar Sarjana Farmasi pada Fakultas
Farmasi Universitas Airlangga**

2022

Oleh:

**Claudia Agustyandini Wahyuningwidhi
NIM. 051811133182**

Skripsi ini telah disetujui pada tanggal 30 Juli 2022 oleh:

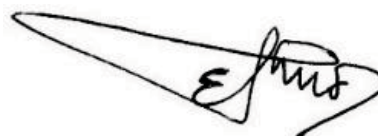
Pembimbing Utama



Prof. Dr. apt. Tristiana Erawati M., M.Si.

195805181987012001

Pembimbing Serta



Prof. apt. Esti Hendradi, M.Si., Ph.D

195711141987032001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Claudia Agustyandini Wahyuningwidhi

NIM : 051811133182

adalah mahasiswa Fakultas Farmasi, Universitas Airlangga, menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Naskah Tugas Akhir/Skripsi yang saya tulis dengan judul:

Pengaruh Perbedaan Lipid Padat (Gliseril, Dibehenat, Monostearin, Dan Setil Palmitat) Dengan Lipid Cair Asam Oleat Terhadap Karakteristik Dan Stabilitas Nanostructured Lipid Carriers Quercetin Dalam Sediaan Gel

adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari diketahui bahwa isi Naskah Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan kelulusan dan atau pencabutan gelar yang saya peroleh.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Claudia Agustyandini W.

NIM 051811133182

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Claudia Agustyandini Wahyuningwidhi

NIM : 051811133182

menyatakan bahwa demi kepentingan perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui abstrak Skripsi yang saya tulis dengan judul:

Pengaruh Perbedaan Lipid Padat (Gliseril, Dibehenat, Monostearin, Dan Setil Palmitat) Dengan Lipid Cair Asam Oleat Terhadap Karakteristik Dan Stabilitas Nanostructured Lipid Carriers Quercetin Dalam Sediaan Gel

untuk dipublikasikan atau ditampilkan di internet atau media lain yaitu Digital Library Perpustakaan Universitas Airlangga untuk kepentingan akademik, sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 11 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Claudia Agustyandini W.

NIM 051811133182

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang maha Esa atas berkat, bimbingan, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Lipid Padat Gliseril Dibehenat, Monostearin, dan Setil Palmitat dengan Lipid Cair Asam Oleat Terhadap Karakteristik dan Stabilitas Nanostructured Lipid Carriers Quercetin Dalam Sediaan Gel” ini dengan baik yang merupakan salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana farmasi di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya. Tidak dapat dipungkiri, penulis mendapatkan bantuan, bimbingan, serta dukungan dari banyak pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. apt. Tristiana Erawati Munandar, M.Si. selaku pembimbing utama dan apt. Dra. apt. Esti Hendradi, M.Si., Ph.D. selaku pembimbing serta yang telah sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat waktu.
2. Dr.rer.nat. apt. Maria Lucia Ardhani Dwi Lestari, S.Si., M.PharmSci., apt. Dini Retnowati, S.Farm., M.Si, serta Dr. apt. Tutiek Purwanti, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran terhadap skripsi ini sehingga dapat selesai dengan lebih baik.
3. Dr. apt. Tri Widiandani, S.Si., Sp.FRS selaku dosen wali yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama menimba ilmu di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
4. Prof. apt. Junaidi Khotib, S.Si., M.Kes., Ph.D. selaku dekan Fakultas Farmasi Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu dan mengembangkan diri dengan fasilitas yang tersedia di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
5. Prof. Dr. H. Mohammad Nasih, MT., SE., Ak., CMA. selaku rektor Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu di Fakultas Farmasi Universitas Airlangga.
6. Keluarga penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama proses pengerjaan skripsi.
7. Kak Rizki Amalia Arifiani yang telah mengajari banyak hal mengenai seluk beluk topik penelitian ini sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.

8. Rekan seperjuangan NLC Quercetin: Sahnaz, Steven Adrian, Luh Putu Ayu T.D., dan Bintari Dhamarta yang saling membantu penulis dalam bekerja di laboratorium, berdiskusi, dan memberikan semangat sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik.
9. Sahabat penulis: Paulina Ari Damayanti, Ananda Kurnia W., dan Cici Aisyah P. R. yang senantiasa menyemangati dan mendukung penulis selama proses pengerjaan skripsi.
10. Pak Dwi dan Bu Nawang selaku Laboran Farmasetika, serta Pak Iwan dan Pak Kus selaku Laboran Analisis Farmasi yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian.
11. Teman-teman FLAKKA 2018, khususnya kelas B yang selalu kompak
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
13. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in myself, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for hanging on even when it looks like there's no hope, I wanna thank me for never quitting.*

Semoga Tuhan membalas segala kebaikan semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat dalam perkembangan dunia kefarmasian pada umumnya, dan secara khusus pada pengembangan sistem penghantaran kosmetika.

Surabaya, 29 Juli 2022

Claudia Agustyandini W.

RINGKASAN

Pengaruh Perbedaan Lipid Padat (Gliseril Dibehenat, Monostearin, Dan Setil Palmitat) Dengan Lipid Cair Asam Oleat Terhadap Karakteristik Dan Stabilitas *Nanostructured Lipid Carriers Quercetin* Dalam Sediaan Gel

Claudia Agustyandini Wahyuningwidhi

Quercetin (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone) merupakan flavonoid golongan flavonol yang banyak terkandung dalam tanaman. Struktur Quercetin terdiri dari 3 cincin siklik dan 5 gugus hidroksil. Quercetin merupakan inhibitor yang kuat dari UVB yang dapat menyebabkan kerusakan kulit. Kemampuan Quercetin tersebut menyebabkan Quercetin dapat mengurangi *photoaging*. Quercetin diketahui dapat menurunkan jumlah kerutan serta kedalaman kerutan akibat paparan UV. Quercetin memiliki kelarutan yang buruk dalam air, yakni kurang dari 0.5 µg/mL. Selain itu, Quercetin sulit berpenetrasi ke dalam kulit. Meskipun Quercetin memiliki log P 1,82 ± 0,32, Quercetin memiliki gugus hidroksil polar yang membuatnya sulit berpenetrasi.

Berdasarkan karakteristik dari Quercetin tersebut, diperlukan suatu sistem penghantaran yang dapat meningkatkan kelarutan Quercetin serta meningkatkan kemampuan penetrasinya. Sistem penghantaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC). *Nanostructured Lipid Carriers* (NLC) merupakan sistem penghantaran dengan basis lipid yang terdiri dari lipid padat dan lipid cair yang distabilkan dengan penambahan surfaktan. NLC diketahui memiliki kemampuan *drug loading* yang lebih besar dan menghindarkan terjadinya *drug expulsion*.

Penelitian ini akan berfokus pada perbedaan lipid padat pada tiap formula NLC Quercetin dengan ratio perbandingan lipid padat dan lipid cair untuk setiap formula adalah sama, yaitu 5:2. Setiap lipid padat memiliki karakteristik yang berbeda, termasuk rigiditasnya. Rigiditas suatu senyawa dalam hal ini adalah lipid padat, dipengaruhi oleh titik lebur dan indeks kristalinitasnya. Selanjutnya, aspek tersebut akan mempengaruhi karakteristik dan stabilitas sistem NLC yang dihasilkan. Dalam penelitian ini dibuat 3 formula NLC Quercetin dengan lipid padat yang berbeda-beda, yakni gliseril dibehenat dengan titik lebur 65 - 77°C, monostearin dengan titik lebur 55 - 60°C, dan cetyl palmitate dengan titik lebur 54°C. Adapun metode pembuatan NLC adalah dengan *High Shear Homogenization*. Selanjutnya, masing-masing NLC Quercetin dimasukkan ke dalam

sediaan gel dengan HEC sebagai gelling agent, propilenglikol sebagai humectant, serta nipaguard sebagai pengawet.

Hasil uji karakteristik NLC Quercetin menunjukkan bahwa perbedaan lipid padat dalam sistem NLC Quercetin menimbulkan perbedaan karakteristik, antara lain indeks kristalinitas, viskositas dan zeta potensial. NLC Quercetin dengan lipid padat monostearin memiliki indeks kristalinitas paling tinggi (52,504%), diikuti dengan NLC Quercetin dengan lipid padat gliseril dibehenat (46,685%) dan setil palmitat (43,997%). NLC Quercetin dengan lipid padat gliseril dibehenat memiliki viskositas yang paling rendah ($42,467 \pm 0,351$ cP), diikuti dengan NLC Quercetin dengan lipid padat setil palmitat ($43,300 \pm 0,458$ cP) dan yang tertinggi adalah NLC Quercetin dengan lipid padat monostearin ($44,200 \pm 0,361$ cP). Sementara dari parameter zeta potensial, NLC Quercetin dengan lipid padat monostearin memiliki zeta potensial terbesar ($-54,720 \pm 1,368$ mV), diikuti dengan NLC Quercetin dengan lipid padat gliseril dibehenat ($-48,360 \pm 1,752$ mV) dan setil palmitat ($-39,300 \pm 0,943$ mV). Namun perbedaan lipid padat tersebut tidak mempengaruhi organoleptis, pH, dan ukuran partikel. Dari aspek efisiensi pengebakan, NLC Quercetin dengan lipid padat setil palmitat dan gliseril dibehenat memiliki efisiensi pengebakan berturut-turut adalah $95,778 \pm 0,891\%$ dan $95,696 \pm 0,714\%$. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan NLC Quercetin dengan lipid padat monostearin ($92,937 \pm 0,984\%$).

Hasil uji stabilitas dengan metode *thermal cycle* pada ketiga formula NLC Quercetin, terlihat bahwa organoleptis tidak berubah selama 3 siklus pengujian, serta pH sistem tetap berada pada rentang 4.5 ± 0.3 . Sehingga perbedaan lipid padat penyusun NLC Quercetin relatif tidak mempengaruhi stabilitas sistem.

Hasil uji karakteristik gel NLC Quercetin menunjukkan bahwa perbedaan lipid padat dalam sistem NLC Quercetin menimbulkan perbedaan karakteristik sediaan gel, antara lain viskositas dan daya sebar. Gel NLC Quercetin dengan lipid padat monostearin memiliki viskositas paling tinggi ($665,00 \pm 2,601$ cP), diikuti dengan gel NLC Quercetin dengan lipid padat setil palmitat ($557,20 \pm 2,214$ cP) dan gliseril dibehenat ($478,20 \pm 2,214$ cP). Dari aspek daya sebar, gel NLC Quercetin dengan lipid padat setil palmitat memiliki daya sebar paling tinggi (slope = $0,0413 \pm 0,001$), diikuti dengan gel NLC Quercetin dengan lipid padat gliseril dibehenat (slope = $0,0401 \pm 0,001$) dan monostearin (slope = $0,0387 \pm 0,001$). Namun perbedaan lipid padat tersebut tidak mempengaruhi organoleptis dan pH sediaan.

Hasil uji stabilitas dengan metode *thermal cycle* pada ketiga formula gel NLC

Quercetin, terlihat bahwa organoleptis tidak berubah selama 3 siklus pengujian, serta pH sistem tetap berada pada rentang 4.5 ± 0.3 . Sehingga perbedaan lipid padat penyusun NLC Quercetin relatif tidak mempengaruhi stabilitas sediaan gel.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan parameter yang diuji pada uji stabilitas NLC dengan metode thermal cycle lebih banyak, seperti parameter zeta potensial, viskositas, serta efisiensi penjebakan untuk memastikan system NLC yang terbentuk benar-benar stabil.

ABSTRACT

Effect of Difference of Solid Lipid (Glyceryl Dibehenate, Monostearin, and Cetyl Palmitate) with Oleic Acid as Liquid Lipid on The Characteristics and Stability of Quercetin-Loaded Nanostructured Lipid Carriers in Gel

Claudia Agustyandini Wahyuningwidhi

Quercetin (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone) is a flavonoid that inhibits UVB which makes Quercetin can reduce photoaging. Because of its poor penetration, Quercetin is formulated into a Nanostructured Lipid Carrier (NLC), which can provide better drug loading. This study aims to determine the effect of the difference in solid lipid on the characteristics and stability of Quercetin-loaded NLC system. This study focused on the difference between solid lipid for Quercetin-loaded NLC. Glyceryl dibehenate, monostearin, and cetyl palmitate are used as solid lipid with the ratio of solid lipid and liquid lipid was 5:2. Characteristics study showed that the difference in solid lipid did not affect the organoleptic and pH of Quercetin-loaded NLC, but it affected the viscosity and zeta potential of Quercetin-loaded NLC. The difference in solid lipid also affected the entrapment efficiency of Quercetin-loaded NLC, where Quercetin-loaded NLC with Cetyl Palmitate and Glyceryl Dibehenate as solid lipid have the best entrapment efficiency. Meanwhile, stability tests conducted with the thermal cycle method showed that the difference in solid lipid relatively did not affect the stability of Quercetin-loaded NLC in terms of organoleptic and pH. Quercetin-loaded NLC was then mixed with Hydroxyethyl Cellulose (HEC)-based gel. Characteristics study showed that difference in solid lipid in NLC making did not affect organoleptic and pH of Quercetin-loaded NLC gel. Nevertheless, it affected the viscosity and spreadability of NLC gel. Stability study of Quercetin-loaded NLC gel conducted with the thermal cycle method showed that the difference in solid lipid in NLC making relatively did not affect the stability of Quercetin-loaded NLC in terms of organoleptic and pH.

Keyword: Quercetin, Nanostructured Lipid Carrier, Glyceryl dibehenate, Monostearin, Cetyl Palmitate, antiaging, cosmetics.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
RINGKASAN	vii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN.....	xx
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB II	7
2.1. Quercetin.....	7
2.1.1. Karakteristik Quercetin	7
2.1.2. Mekanisme Kerja Quercetin	7
2.2. Nanostructured Lipid Carriers (NLC)	8
2.2.1. Definisi NLC	8
2.2.2. Tipe NLC	8
2.2.3. Metode Pembuatan NLC (M Surya Tej <i>et al.</i>, 2016)	9
2.2.4. Bahan Penyusun NLC.....	13
2.2.5. Kelebihan NLC	14
2.2.6. Kekurangan NLC (Chauhan <i>et al.</i>, 2020).....	15
2.3. Tinjauan Bahan Penyusun Sistem NLC.....	15
2.3.1. Gliseril Dibehenat (Devi & Agarwal, 2019)	15
2.3.2. Monostearin (Rowe <i>et al.</i>, 2009).....	16
2.3.3. Setil Palmitat (Rowe <i>et al.</i>, 2009).....	17
2.3.4. Asam Oleat (Rowe <i>et al.</i>, 2009).....	18
2.3.5. Tween 20 (Rowe <i>et al.</i>, 2009).....	19
2.3.6. Span 20 (Rowe <i>et al.</i>, 2009)	20
2.3.7. Asam Sitrat Monohidrat (Rowe <i>et al.</i>, 2009).....	21

2.3.8.	Natrium Sitrat Dihidrat (Rowe <i>et al.</i> , 2009).....	22
2.4.	Gel.....	22
2.4.1.	Definisi Gel.....	22
2.4.2.	Klasifikasi Gel.....	23
2.4.3.	Bahan Penyusun Gel (Rathod <i>et al.</i> , 2015).....	23
2.5.	Tinjauan Bahan Penyusun Gel	24
2.5.1.	Propilenglikol (Rowe <i>et al.</i> , 2009).....	24
2.5.2.	<i>Hydroxyethyl Cellulose</i> (HEC) (Rowe <i>et al.</i> , 2009)	25
2.5.3.	Nipaguard (Rowe <i>et al.</i> , 2009)	25
2.6.	Karakterisasi NLC	26
2.6.1.	Organoleptis.....	26
2.6.2.	Pemeriksaan pH	26
2.6.3.	Viskositas	27
2.6.4.	Ukuran Partikel.....	27
2.6.5.	<i>Polidispersity Index</i>	28
2.6.6.	Kristalinitas	28
2.6.7.	Zeta Potensial	29
2.6.8.	Efisiensi Penjebakan	29
2.7.	Stabilitas Sistem NLC	29
2.7.1.	Jenis-Jenis Stabilitas	30
2.8.	Karakterisasi Gel	31
2.8.1.	Organoleptis.....	31
2.8.2.	Penentuan pH	31
2.8.3.	Pengukuran Viskositas	31
2.8.4.	Pengujian Daya Sebar.....	31
2.9.	Stabilitas Gel (Rathod <i>et al.</i> , 2015).....	31
2.10.	Uji Stabilitas	31
BAB III		33
3.1.	Kerangka Konseptual	33
3.2.	Bagan Kerangka Konseptual	36
3.3.	Hipotesis Penelitian.....	37
BAB IV		38
4.1.	Bahan Penelitian	38
4.2.	Alat Penelitian	38
4.3.	Variabel Penelitian.....	38
4.4.	Metode Penelitian.....	39

4.5.	Uji Kualitatif Bahan.....	39
4.5.1.	Organoleptis.....	40
4.5.2.	Spektra Serapan Inframerah	40
4.6.	Pembuatan Sediaan Uji	40
4.6.1.	Formula Sistem NLC Quercetin	40
4.6.2.	Pembuatan Larutan Dapar Sitrat	41
4.6.3.	Cara Pembuatan Sistem NLC Quercetin.....	41
4.7.	Evaluasi Karakteristik Sistem NLC	44
4.7.1.	Pemeriksaan Organoleptis	44
4.7.2.	Pemeriksaan pH Sediaan.....	44
4.7.3.	Pemeriksaan Ukuran Partikel dan <i>Polidispersity Index</i>	44
4.7.4.	Penentuan Zeta Potensial	45
4.7.5.	Pengukuran Viskositas	45
4.7.6.	Uji Kristalinitas	45
4.7.7.	Pengukuran Efisiensi Penjebakan	45
4.8.	Uji Stabilitas Sistem NLC Quercetin.....	47
4.9.	Pembuatan gel NLC Quercetin.....	48
4.9.1.	Formulasi gel	48
3.9.2.	Cara Pembuatan Gel NLC-Quercetin.....	48
4.10.	Evaluasi Karakteristik gel	49
4.10.1.	Pemeriksaan Organoleptis	49
4.10.2.	Penetapan pH	49
4.10.3.	Penentuan Viskositas	49
4.10.4.	Penentuan Daya Sebar.....	49
4.11.	Uji Stabilitas Gel	50
4.12.	Analisis Data	50
BAB V		51
5.1.	Hasil Uji Kualitatif Bahan.....	51
5.2.	Pembuatan NLC.....	52
5.3.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik NLC Quercetin	54
5.3.1.	Hasil Pemeriksaan Organoleptis.....	54
5.3.2.	Hasil Pemeriksaan pH	55
5.3.3.	Hasil Pemeriksaan Ukuran Partikel.....	56
5.3.4.	Hasil Pemeriksaan Polidispersity Index.....	57
5.3.5.	Hasil Pemeriksaan Zeta Potensial	58
5.3.6.	Hasil Pemeriksaan Viskositas	59

5.3.7.	Hasil Pemeriksaan Kristalinitas	60
5.3.8.	Hasil Pemeriksaan Efisiensi Penjebakan	62
5.4.	Hasil Uji Stabilitas Thermal Cycle NLC Quercetin.....	66
5.4.1.	Hasil Pemeriksaan Organoleptis.....	66
5.4.2.	Hasil Pemeriksaan pH	67
5.5.	Pembuatan Gel NLC Quercetin.....	69
5.6.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Gel NLC Quercetin	69
5.6.1.	Hasil Pemeriksaan Organoleptis.....	69
5.6.2.	Hasil Pemeriksaan pH	70
5.6.3.	Hasil Pemeriksaan Viskositas	71
5.6.4.	Hasil Pemeriksaan Daya Sebar	72
5.7.	Hasil Uji Stabilitas Thermal Cycle Gel NLC Quercetin.....	74
5.7.1.	Hasil Pemeriksaan Organoleptis.....	74
5.7.2.	Hasil Pemeriksaan pH	75
BAB VI		77
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN		83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1 Surfaktan yang biasa digunakan dalam formulasi NLC	14
II.2 Pengaruh Bahan Penyusun Terhadap Stabilitas NLC (Shah <i>et al.</i> , 2015)	30
IV.1 Formula NLC Quercetin	40
IV.2 Pembuatan Larutan Baku Kerja Quercetin	46
IV.3 Formula Gel NLC Quercetin	48
V.1 Hasil Pemeriksaan Kualitatif Quercetin	51
V.2 Hasil Pemeriksaan Kualitatif Gliseril Dibehenat	51
V.3 Hasil Pemeriksaan Kualitatif Monostearin	52
V.4 Hasil Pemeriksaan Kualitatif Setil Palmitat	52
V.5 Hasil Pemeriksaan Kualitatif Asam Oleat	52
V.6 Organoleptis NLC Quercetin	54
V.7 Foto NLC Quercetin	55
V.8 pH NLC Quercetin	55
V.9 Ukuran Partikel NLC Quercetin	56
V.10 Polidispersity Index NLC Quercetin	57
V.11 Zeta Potensial NLC Quercetin	58
V.12 Viskositas NLC Quercetin	59
V.13 Indeks Kristalinitas Lipid Padat dan NLC Quercetin	61
V.14 Data Absorban Larutan Baku Quercetin	64
V.15 Efisiensi Penjebakan NLC Quercetin	65
V.16 Organoleptis NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	66
V.17 Foto NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	67
V.18 pH NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	68
V.19 Organoleptis Gel NLC Quercetin	69
V.20 Foto Gel NLC Quercetin	70
V.21 pH Gel NLC Quercetin	70
V.22 Viskositas Gel NLC Quercetin	71
V.23 Daya Sebar Gel NLC Quercetin	73
V.24 Organoleptis Gel NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	74

V.25	Foto Gel NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	75
V.26	pH Gel NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Kimia Quercetin	7
2.2 Tipe NLC berdasarkan perbedaan morfologinya (Sharma and Baldi, 2018)	9
2.3 Struktur Kimia Gliseril Dibehenat (Devi and Agarwal, 2019)	15
2.4 Struktur Kimia Monostearin	16
2.5 Struktur Kimia Setil Palmitat	17
2.6 Struktur Kimia Asam Oleat	18
2.7 Struktur Kimia Tween 20	19
2.8 Struktur Kimia Span 20	20
2.9 Struktur Kimia Asam Sitrat Monohidrat	21
2.10 Struktur Kimia Natrium Nitrat Dihidrat	22
2.11 Struktur Kimia Propilenglikol	24
2.12 Struktur Kimia HEC	25
3.1 Bagan Kerangka Konseptual	36
4.1 Skema Metode Penelitian	39
4.2 Skema pembuatan sistem NLC Quercetin Formula 1 (F1)	41
4.3 Skema pembuatan sistem NLC Quercetin Formula 1 (F2)	42
4.4 Skema pembuatan sistem NLC Quercetin Formula 1 (F3)	43
4.5 Skema pembuatan sediaan Gel NLC Quercetin	48
5.1 Histogram pH NLC Quercetin	56
5.2 Histogram Ukuran Partikel NLC Quercetin	57
5.3 Histogram Polydispersity Index NLC Quercetin	58
5.4 Histogram Zeta Potensial NLC Quercetin	59
5.5 Histogram Viskositas NLC Quercetin	60
5.6 Spektra XRD Gliseril Dibehenat (kiri) & NLC Quercetin Formula 1 (kanan)	60
5.7 Spektra XRD Monostearin (kiri) & NLC Quercetin Formula 2 (kanan)	61
5.8 Spektra XRD Setil Palmitat (kiri) & NLC Quercetin Formula 3 (kanan)	61

5.9	Spektra Infrared NLC Quercetin Formula 1 dan Bahan Penyusun NLC	62
5.10	Spektra Infrared NLC Quercetin Formula 2 dan Bahan Penyusun NLC	63
5.11	Spektra Infrared NLC Quercetin Formula 3 dan Bahan Penyusun NLC	63
5.12	Kurva Baku Quercetin	64
5.13	Histogram Efisiensi Penjebakan NLC Quercetin	65
5.14	Grafik pH NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	68
5.15	Histogram pH Gel NLC Quercetin	71
5.16	Histogram Viskositas Gel NLC Quercetin	72
5.17	Profil Penyebaran Gel NLC Quercetin Replikasi 1	72
5.18	Profil Penyebaran Gel NLC Quercetin Replikasi 2	73
5.19	Profil Penyebaran Gel NLC Quercetin Replikasi 3	73
5.20	Grafik pH Gel NLC Quercetin Pada Masing-Masing Siklus	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Sertifikat Analisis Bahan	84
2	Uji Kualitatif Bahan	88
3	Perhitungan HLB Sistem	91
4	Perhitungan dapar	92
5	Hasil Analisis Statistik	94

DAFTAR SINGKATAN

°C	: Derajat Celcius
ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
DMSO	: Dimetil Sulfoksida
FT-IR	: <i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i>
HEC	: <i>Hydroxyethyl Cellulose</i>
HLB	: <i>Hydrophilic-Lipophilic Balance</i>
HPH	: <i>High Pressure Homogenization</i>
HSH	: <i>High Shear Homogenization</i>
mV	: miliVolt
NLC	: <i>Nanostructured Lipid Carriers</i>
nm	: nanometer
PI	: <i>Polydispersity Index</i>
ppm	: <i>part per million</i>
rpm	: revolusi per menit
SD	: Simpangan Deviasi
SLN	: <i>Solid Lipid Nanoparticles</i>
UV	: Ultraviolet
XRD	: <i>X-Ray Diffraction</i>