

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL.....                                     | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                                | iii  |
| PERNYATAAN .....                                       | iv   |
| DAFTAR PUBLIKASI.....                                  | v    |
| PRAKATA .....  | vi   |
| DAFTAR ISI.....  | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                      | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....                                     | xi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                   | xiv  |
| ABSTRAK.....   | xv   |
| ABSTRACT.....  | xvii |
| BAB 1. PENDAHULUAN.....                                | 1    |
| 1.1. Latar Belakang.....                               | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                             | 7    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                            | 8    |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....                           | 8    |
| 1.5. Kebaruan Penelitian.....                          | 9    |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....                           | 10   |
| 2.1. Komponen Bioaktif Antioksidan.....                | 10   |
| 2.1.1. Antioksidan Sintetik.....                       | 12   |
| 2.1.2. Antioksidan Alami.....                          | 13   |
| 2.2. Karotenoid .....                                  | 14   |
| 2.2.1. Digesti dan Absorpsi Karotenoid.....            | 15   |
| 2.2.2. Stabilitas Karotenoid.....                      | 18   |
| 2.2.3. Bioavailabilitas Karotenoid.....                | 19   |
| 2.2.4. Bioaksesibilitas Karotenoid.....                | 20   |
| 2.2.5. Bioaktivitas Karotenoid.....                    | 21   |
| 2.3. $\beta$ -karoten.....                             | 23   |
| 2.3.1. Peran $\beta$ -karoten sebagai antioksidan..... | 24   |
| 2.4. Sistem Pembawa.....                               | 26   |
| 2.5. Sistem Pembawa Berbasis Lipida.....               | 28   |

|   |    |
|---|----|
| 2.5.1. Mikroemulsi.....   | 28 |
| 2.5.2. Nanoemulsi .....   | 29 |
| 2.5.3. <i>Solid Lipid Nanoparticle</i> (SLN).....   | 30 |
| 2.5.4. <i>Nanostructured Lipid Carriers</i> (NLC).....  | 31 |
| 2.5.4.1. Faktor yang Mempengaruhi Sistem Pembawa NLC....  | 32 |
| a. Lipida.....  | 32 |
| b. Surfaktan.....   | 34 |
| c. Metode Produksi Antioksidan.....   | 35 |
| 2.5.5. Faktor yang Mempengaruhi Bioaksesibilitas Sistem Pembawa Berbasis Lipida.....  | 36 |
| 2.6. Model Studi <i>In Vitro</i> Bioaksesibilitas.....  | 38 |
| 2.7. Model Studi <i>In Vitro</i> Difusi.....  | 42 |
| 2.5. <i>Respon Surface Method</i> (RSM).....  | 43 |
| 2.6. Landasan Teori.....  | 45 |
| 2.9. Hipotesis.....   | 48 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN.....   | 49 |
| 3.1. Bahan Penelitian.....  | 49 |
| 3.2. Peralatan Penelitian.....  | 49 |
| 3.3. Tempat dan Waktu Penelitian.....   | 50 |
| 3.4. Tahapan Penelitian .....   | 51 |
| 3.4.1. Tahap 1 : Karakterisasi <i>Palm Stearin</i> dan <i>Palm Olein</i> sebagai Matrik Lipida Sistem Pembawa <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> (NLC).....  | 51 |
| 3.4.2. Tahap 2 : Formulasi <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> : Stabilitas dan Karakteristik Formula Terpilih.....   | 54 |
| 3.4.3. Tahap 3 : Formulasi <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> $\beta$ -karoten.....  | 57 |
| 3.4.4. Tahap 4 : Penentuan Bioaksesibilitas $\beta$ -karoten dalam <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> terhadap Kondisi Saluran Pencernaan (menggunakan simulasi digesti <i>in vitro</i> ) dan Pengujian Aktivitas Antioksidan..... | 59 |
| 3.4.5. Tahap 5. Uji Difusi secara <i>in vitro</i> (metode <i>Franz Difusi Horizontal</i> ).....   | 63 |
| 3.5. Matriks Hubungan Antara Tahapan, Tujuan, Hipotesis, Cara, Parameter dan Analisis Data, serta <i>Output</i> Penelitian.....   | 65 |
| 3.6. Analisa Statistik.....   | 68 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....  | 69 |
| 4.1. Tahap 1 : Karakterisasi <i>Palm Stearin</i> dan <i>Palm Olein</i> Sebagai Matriks Lipid Sistem Pembawa <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> .....   | 69 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.1.1. Profil Asam Lemak <i>Palm Stearin</i> dan <i>Palm Olein</i> .....   | 69  |
| 4.1.2. Analisa <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....  | 73  |
| 4.1.3. Analisa <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC).....   | 75  |
| 4.1.4. Analisa <i>X-ray diffraction</i> (XRD).....   | 77  |
| 4.1.5. Kesimpulan Tahap 1.....   | 79  |
| 4.2. Tahap 2 : Formulasi <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> : Stabilitas dan Karakterisasi Formula Terpilih.....  | 80  |
| 4.2.1. Formulasi <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> .....   | 80  |
| 4.2.2. Stabilitas <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> .....  | 80  |
| 4.2.3. Karakterisasi Formula <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> Stabil....  | 84  |
| 4.2.4. Kesimpulan Tahap 2.....   | 90  |
| 4.3. Tahap 3: Formulasi <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> $\beta$ -karoten.....  | 90  |
| 4.3.1. Optimization <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> $\beta$ -karoten dengan <i>Respon Surface Metode</i> (RSM)- <i>Box Behnken Design</i> (BBD)..... | 91  |
| 4.3.2. Penentuan dan Verifikasi Formula optimum <i>Nanostructured Lipid Carrier</i> $\beta$ -karoten.....  | 104 |
| 4.3.3. Karakterisasi Formula Optimum.....  | 106 |
| 4.3.4. Kesimpulan Tahap 3.....   | 111 |
| 4.4. Tahap 4: Rilis, Bioaksesibilitas <i>in vitro</i> (simulasi digesti) dan Aktifitas Antioksidan $\beta$ -karoten.....                                 | 112 |
| 4.4.1. Profil Pelepasan $\beta$ -karoten Secara <i>in vitro</i> pada Sistem Digesti.....   | 112 |
| 4.4.2. Bioaksesibilitas <i>in vitro</i> .....  | 115 |
| 4.4.3. Aktifitas Antioksidan.....  | 117 |
| 4.4.4. Kesimpulan Tahap 4.....   | 124 |
| 4.5. Pengujian difusi secara <i>in vitro</i> .....   | 125 |
| 4.5.1. Profil Difusi <i>In vitro</i> ( <i>Frans-difusi horizontal</i> ).....   | 125 |
| 4.5.2. Kesimpulan Tahap 5.....   | 128 |
| 4.6. Diskusi Umum.....   | 128 |
| BAB V. KESIMPULAN.....   | 132 |
| 5.1. Kesimpulan.....   | 132 |
| 5.2. Saran.....  | 133 |
| RINGKASAN.....   | 134 |
| SUMMARY.....   | 144 |
| DAFTAR PUSTAKA.....  | 154 |
| LAMPIRAN.....  | 174 |