

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Metode Penyesuaian Dengan Studi Literatur**

##### **1. Deskripsi Metode Studi Literatur**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu secara studi literatur. Studi literatur merupakan metode penelitian berisi uraian tentang teori, temuan dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari berbagai sumber dan bukti baik dari hasil penelitian ataupun pendapat ahli untuk dijadikan landasan kegiatan penelitian. Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh simpulan umum dengan cara merekapitulasi dua atau lebih data primer dari penelitian sejenis lalu menganalisisnya sehingga diperoleh paduan data. Metode studi literatur ini memerlukan kemampuan dalam mencari literatur, menyeleksi, menganalisis serta menerjemahkan hasilnya, pendekatan studi literatur perlu dilakukan secara terstruktur agar mendapatkan artikel penelitian yang berkualitas (Barbara 2020). Proses dalam melakukan studi literatur untuk penelitian ini meliputi :

- a. Mencari artikel penelitian sesuai dengan topik penelitian yang akan dilaksanakan
- b. Melakukan observasi dan penilaian dengan meresume mengenai topik terkait yang akan diteliti dari artikel-artikel terpilih.
- c. Melakukan analisa terhadap artikel-artikel yang terpilih yang merujuk pada kesimpulan umum dari masing- masing jurnal.

d. Memberikan kesimpulan dari hasil perbandingan jurnal terpilih disesuaikan dengan tujuan penelitian.

Pengumpulan artikel pada studi literatur ini menggunakan kata kunci yang dipilih yakni : nanopartikel, kitosan, enkapsulasi, karakterisasi, gelasi ionik. Sumber pengumpulan artikel yang digunakan melalui : google cendekia, *research gate*, dan SINTA (*Science and Technology Index*) Literature review ini menggunakan artikel terbitan tahun 2011 – 2020 yang dapat diakses *fulltext* dalam format PDF. Kriteria artikel yang akan digunakan adalah artikel penelitian berbahasa Inggris dan Indonesia dengan subyek pembentukan nanopartikel menggunakan enkapsulan kitosan. Artikel yang dikumpulkan memuat kriteria inklusi dan eksklusi yang bertujuan untuk menyeleksi artikel dan penilaian kualitas artikel yang relevan dengan topik penelitian. Berikut kriteria inklusi dan eksklusi yaitu:

a. Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi yaitu ciri-ciri artikel yang akan dipilih peneliti untuk dimasukkan dalam kriteria artikel untuk dilakukan *review*. Kriteria inklusi pada studi literatur ini adalah :

1. Artikel dipublikasikan pada tahun 2011-2020 (*fulltext* dan PDF)
2. Analisis secara
3. Artikel nasional terakreditasi di SINTA (*Science and Technology Index*) dan jurnal internasional terindeks Scimago Journal Rank

b. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi yaitu ciri-ciri artikel yang tidak termasuk dalam kriteria artikel untuk dilakukan *review*. Kriteria eksklusi pada studi literatur ini adalah :

1. Artikel dipublikasikan kurang dari tahun 2011
2. Artikel nasional tidak teakreditasi di SINTA (*Science and Technology Index*) dan jurnal internasional tidak terindeks Scimago Journal Rank
3. Artikel merupakan sebuah review artikel

#### **B. Informasi Jumlah Dan Jenis Artikel**

Jurnal penelitian yang digunakan yaitu 5 jurnal, yang terdiri dari 3 jurnal internasional dan 2 jurnal nasional. Jenis jurnal yang digunakan untuk penelitian yaitu original research. Jurnal yang digunakan terindeks Scimago Journal Rank untuk jurnal internasional, sedangkan jurnal nasional yang sudah terakreditasi Sinta ristekdikti.

**Tabel 3.1 Informasi Jurnal**

No	Jurnal	Tahun terbit	H-index	Quartil	SJR	SINTA	ISSN
1.	Traditional Medicine Journal	2017	19	-	-	2	2406-9086
2.	Jurnal Kemoprevensi Kanker Indonesia	2020	10	-	-	2	2088-0197
3.	International Journal Of Biogical Macromolecules	2019	128	Q3	0,972	-	01418130,18790003
4.	Colloid and	2019	170	Q2	0,780	-	09277757,18

	<b>Surfaces A</b>						<b>734359</b>
<b>5.</b>	<b>Carbohydrate Polymers</b>	<b>2011</b>	<b>208</b>	<b>Q1</b>	<b>1,514</b>	<b>-</b>	<b>01448617,18 791344</b>

### C. Isi Jurnal

Paparan isi dari jurnal yang ditelaah dengan isi sebagai berikut :

#### 1. Jurnal Pertama (Jurnal Nasional)

Judul Jurnal : Optimasi kecepatan dan lama pengadukan terhadap ukuran nanopartikel kitosan-ekstrak etanol 70% kulit jeruk siam (*Citrus nobilis* L. var *microcarpa*)

Nama Jurnal : Jurnal pengobatan tradisional

Penerbit : Wintari Taurina

Volume dan Halaman : Volume 22 dan Halaman 16-20

Tahun Terbit : 2017

Penulis Jurnal : Wintari Taurina, Rafika Sari, Uray Cindy Hafinur, Sri Wahdaningsih, Isnindar

Isi Jurnal :

##### a. Tujuan Jurnal

Untuk mengoptimasi kecepatan dan lama pengadukan yang menghasilkan ukuran partikel yang optimal serta hasil karakterisasinya.

##### b. Metode Penelitian

1) Desain Penelitian : Eksperimental Laboratorium

2) Sampel : kulit jeruk siam (*Citrus nobilis* L. var. *Microcarpa*) merupakan tanaman yang berasal dari Kabupaten Sambas Provinsi Kalimantan Barat.

3) Instrumen : Particle Size Analyzer dan Zetasizer (Delsa™ Nano), Spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu 2450), magnetic stirrer (IKA®C-MAG HS7).

#### 4) Metode Analisa

Sampel yang digunakan adalah kulit jeruk siam (*Citrus nobilis* L. var. *Microcarpa*) merupakan tanaman yang berasal dari Kabupaten Sambas Provinsi Kalimantan Barat. Kulit jeruk siam yang telah di keringkan dan dibuat serbuk dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol 70% hingga diperoleh ekstrak kental. Polimer enkapsulan yang digunakan adalah kitosan dengan crosslinker Na-TPP. Pembuatan nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan mencampurkan Na-TPP, ekstrak dan kitosan (1:1:6) dengan memvariasikan kecepatan pengadukan dan lama pengadukan yang berperan penting dalam menghasilkan partikel berukuran nano. Karakterisasi menggunakan penetapan ukuran partikel, nilai zeta potensial dan indeks polidispersitas.

#### 5) Hasil Penelitian

**Tabel 3.2 optimasi kecepatan pengadukan nanopartikel kitosan ekstrak kulit jeruk siam**

<b>Stirring Speed</b>	<b>Stirring Time</b>	<b>Particle Size (nm)</b>	<b>Indeks polidispersitas</b>
500 rpm	1 hour	829.0±98.1	0.313
1000 rpm	1 hour	236.5±65.4	0,241
1500 rpm	1 hour	24.4±2.7	0,236

**Tabel 3.3 optimasi lama pengadukan nanopartikel kitosan ekstrak kulit jeruk siam**

<b>Stirring Speed</b>	<b>Stirring Time</b>	<b>Particle Size (nm)</b>	<b>Size Indeks polidispersitas</b>
1000 rpm	1 hour	202.4±69.5	0.398
1000 rpm	2 hour	101.8±12.3	0,265
1000 rpm	3 hour	85.3±1.5	0.287

**Tabel 3.4 Karakterisasi Nanopartikel Kitosan ekstrak kulit jeruk siam**

<b>Stirring Speed</b>	<b>Stirring Time</b>	<b>Particle Size (nm)</b>	<b>Polidisoperty index</b>	<b>Zeta Potensial</b>	<b>%Entrapment Efficiency</b>
1000 rpm	3 hour	85.3 nm	0,287	+32,37 mV	87.12%

Ukuran partikel optimum yang diperoleh dari kecepatan pengadukan 1000 rpm dengan lama pengadukan 3 jam yaitu 85,3 nm dengan nilai indeks polidispersitas 0,287, sedangkan nilai zeta potensial yang diperoleh yaitu +32,37 mV sehingga nanopartikel dengan nilai zeta potensial  $\pm 30$  mV memiliki sifat yang stabil dalam suspensi dan dapat mencegah agregasi dari partikel. Dan nilai efisiensi penjerapan yang diperoleh yaitu 87,12% semakin besar nilai efisiensi penjerapan maka semakin besar kemampuan kitosan dalam melindungi zat aktif.

#### 6) Kesimpulan

Ukuran partikel optimum yang diperoleh dari kecepatan pengadukan 1000 rpm dengan lama pengadukan 3 jam yaitu 85,3 nm

dengan nilai indeks polidispersitas 0,287, nilai potensial zeta +32,37 mV dan efisiensi penjerapan 87,12%.

## 2. Jurnal Kedua (Jurnal Nasional)

Judul Jurnal : Nanopartikel dari *Medinilla speciosa* dengan Berbagai Agen Enkapsulasi dan Aktivitas Antioksidannya Menggunakan Ferric

Nama Jurnal : Jurnal Kemoprevensi Kanker Indonesia

Penerbit : Rissa Laila Vifta, Fania Putri Luhurningtyas

Volume dan Halaman : Volume 1 halaman 22-29

Tahun terbit : 2020

Penulis Jurnal : Rissa Laila Vifta, Fania Putri Luhurningtyas

Isi Jurnal :

### a. Tujuan Jurnal

Untuk menganalisis pengaruh enkapsulan terhadap pembentukan nanopartikel parijoto melalui metode gelas ionik.

### b. Metode Penelitian

- 1) Desain penelitian : Eksperimental laboratorium
- 2) Sampel : Parijoto (*Medinilla speciosa*) yang diperoleh dari Colo Kabupaten Kudus.

3) Instrument : Seperangkat alat sterilisasi, alat sentrifugasi, pengaduk magnet, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, UVmini-1240), spektrofotometer IR, (perkin,Elmer, Frontier FT-IR 96772) dan Particle Size picrylhydrazyl Analyzer (PSA) (Malvern, Zetasizer Nano-S90), dan Scanning Electron Microscopy (SEM) tipe Phenom Pro-X.

4) Metode Analisa

Sampel yang digunakan adalah Parijoto (*Medinilla speciosa*) yang diperoleh dari Colo Kabupaten Kudus. buah parijoto (200 gram) dimaserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Agen enkapsulan yang digunakan adalah kitosan, alginate dan kitosan/alginat dengan crosslinker Na-TPP. Pembuatan nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan formulasi Rasio kitosan : NaTPP, Rasio Na-alginat : CaCl<sub>2</sub> dan Rasio kitosan:alginat : CaCl<sub>2</sub>. Berdasarkan hasil variasi karakterisasi dilihat dari ukuran partikel, indeks polidispersitas dan %transmisi.

5) Hasil Penelitian

Nanopartikel dari parijoto (*Medinilla speciosa*) dibuat dengan gelasi ionik menggunakan kitosan dan polianion berbasis alginat sebagai enkapsulan. Dari ekstraksi buah Parijoto diperoleh ekstrak dengan persen rendemen 17,529% dan kadar air 0,38%. Hasil

penelitian dengan enkapsulasi kitosan diperoleh nanopartikel dengan ukuran 269,3 nm, pdI 0,372 dan transmitansi 99,379%. Enkapsulasi alginat menghasilkan ukuran partikel 366,4 nm, pdI 0,589, transmitansi 99,690%. Nanopartikel dengan enkapsulan kitosan/alginat menghasilkan ukuran partikel 187,00 nm, pdI 0,239 dan transmitansi 99,894%. Ekstrak buah parijoto yang dienkapsulasi dengan kitosan, alginat dan kitosan/alginat memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi karena sistem penghantaran dari enkapsulan dan pengikat silang dapat menyerap metabolit sekunder dengan baik.

#### 6) Kesimpulan

Enkapsulasi parijoto menggunakan berbagai agen enkapsulasi meningkatkan aktivitas antioksidannya. Nanopartikel parijoto dengan kitosan menghasilkan ukuran partikel 269,3 nm, pdI 0,372 dan transmitansi 99,379%. Nanopartikel alginat menghasilkan ukuran partikel 366,4 nm, pdI 0,589, transmitansi 99,690%, dan enkapsulasi kitosan/alginat menghasilkan ukuran partikel 187,00 nm, pdI 0,239, dan transmitansi 99,894%. Aktivitas antioksidan nanopartikel parijoto menunjukkan daya antioksidan yang kuat ditunjukkan dengan nilai IC masing-masing sebesar  $2,442 \pm 0,047$  ppm,  $3,175 \pm 0,169$  ppm, dan  $2,115 \pm 0,045$  ppm untuk nanopartikel dengan kitosan, alginat, dan kitosan/alginat dengan kategori antioksidan sangat kuat. Semua

nanopartikel memiliki aktivitas antioksidan yang lebih besar dibandingkan ekstrak kasar parijoto.

### 3. Jurnal Ketiga (Jurnal Internasional)

Judul Jurnal : Optimalisasi preparasi dan karakterisasi mikrokapsul kitosan-tripolifosfat untuk enkapsulasi ekstrak herbal galactagogue

Nama Jurnal : Jurnal Internasional Makromolekul Biologis

Penerbit : Elsevier

Volume dan Halaman : Volume 140 Halaman 920–928

Tahun Terbit : 2019

Penulis jurnal : Mojtaba Yousefi, Nasim Khorshidian, Amir M. Mortazavian, Kianoush Khosravi-Darani

Isi jurnal :

#### a. Tujuan Jurnal

Untuk pengembangan dan karakterisasi mikrokapsul yang mengandung campuran ekstrak herbal galactagogue menggunakan gelasi ionik yang dapat digunakan dalam formulasi makanan.

#### b. Metode Penelitian

1) Desain penelitian : Eksperimental Laboratorium

2) Sampel : Ekstrak galactagogue (mengandung *Foeniculum vulgare*, *Cuminum cyminum*, *Trigonella*

foenum dan Anethum graveolens ekstrak)  
dibeli dari Goldaru Co (Isfahan, Iran).

- 3) Instrument : spektrofotometer (OPTIMA SP-3000 plus, Tokyo, Jepang), Scanning Electron Microscopy (SEM) (Philips XL30), Malvern Nano ZS (lencana merah) ZEN 3600. Spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR) spektrofotometer FTIR (PerkinElmer SpectrumRX I, Waltham, MA, USA). software Design Expert (V.7, Stat-Ease, Inc., Minneapolis, USA).

#### 4) Metode Analisa

Sampel yang digunakan adalah Ekstrak galactagogue (mengandung Foeniculum vulgare, Cuminum cyminum, Trigonella foenum dan Anethum graveolens ekstrak) dibeli dari Goldaru Co (Isfahan, Iran). ekstrak galactagogue ditambahkan ke larutan kitosan (100 mL) bersama dengan 1% (v/v) Tween 80 sambil diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 15 menit. Agen enkapsulan yang digunakan adalah kitosan dengan crosslinker Na-TPP. Pembuatan nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan rasio kitosan (%), jamu galactagogue ekstrak (%) dan TPP (%). Berdasarkan hasil variasi karakterisasi dilihat dari Ukuran partikel, potensial zeta, scanning

electron microscopy (SEM), dan Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

#### 5) Hasil Penelitian

Titik optimum dengan nilai predikat maksimum EE% (83,083%) diperoleh pada konsentrasi kitosan 1,19%, konsentrasi ekstrak 2,69% dan kadar TPP 2,08%. Diameter rata-rata mikrokapsul CS-TPP yang mengandung ekstrak adalah 27 m dengan nilai indeks polidispersitas 0,53, nilai zeta potensial yaitu 33,78 mV. Keakuratan kondisi predikat diperiksa dengan melakukan eksperimen independen pada titik optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai predikat dari model cukup mendekati nilai observasi yaitu nilai efisiensi enkapsulasi sebesar (83,054%).

#### 6) Kesimpulan

Enkapsulasi ekstrak galactagog herbal dalam mikrokapsul CS-TPP menggunakan metode gelas ionik pada kondisi optimum (konsentrasi kitosan 1,19%, konsentrasi ekstrak 2,69% dan konsentrasi TPP 2,08%) menghasilkan mikrokapsul berbentuk bola dengan diameter rata-rata 27 m dan EE% sebesar 83,054 %. Analisis FTIR mengungkapkan pemuatan ekstrak yang berhasil dalam mikrokapsul alginat. NSin vitro studi rilis menunjukkan pelepasan terkontrol ekstrak dalam SGF dan SIF dan studi stabilitas menunjukkan bahwa mikrokapsul beku-kering stabil selama 150 hari penyimpanan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, gelasi ionotropik dapat dipertimbangkan sebagai metode yang tepat untuk pembuatan mikrokapsul CS-TPP dengan karakteristik yang sesuai yang dapat dimasukkan kedalam matriks makanan. Dalam aplikasi industry, bubuk yang diperoleh dengan karakteristik fitokimia yang sesuai dapat dimasukkan kedalam produk makanan yang pada saat yang sama dapat memberikan nutrisi bagi ibu dan merangsang produksi ASI. Dalam hal ini, evaluasi sensorik lebih lanjut dan studi stabilitas diperlukan untuk memastikan efisiensi ekstrak yang dienkapsulasi dan palatabilitas produk makanan.

#### 4. Jurnal Ke empat (Jurnal Internasional)

Judul Jurnal : Pembawa nano kompleks Chitosan-gum Arabic untuk enkapsulasi komponen bioaktif safron

Nama Jurnal : Koloid dan Permukaan A

Penerbit : Elsevier

Volume dan Halaman : Volume 578 halaman 123-644

Tahun Terbit : 2019

Penulis Jurnal : Hamid Rajabi, Seid Mahdi Jafari, Ghadir Rajabzadeh, Mesias Sarfarazi, Samineh Sedaghati

Isi Jurnal :

a. Tujuan Jurnal

Untuk mempersiapkan nanokompleks safron melalui gelasi ionik antara kitosan dan gum arab dan mengevaluasi sifat-sifat pembawa nano akhir dan pelepasan ekstrak safron dari sistem pengiriman ini.

b. Metode Penelitian

- 1) Desain Penelitian : Eksperimental Laboratorium
- 2) Sampel : Safron yang dipanen dari ladang dekat Kashmar, Iran.
- 3) Instrumen : Sinar  $-X$  (XRD), transmisi electron mikroskop (TEM) dan Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)

4) Metode analisa

Sampel yang digunakan adalah safron yang dipanen dari ladang dekat Kashmar, Iran. Serbuk kunyit dan pelarut etanol 50% (b/b) dicampur dengan perbandingan 1:10. Agen enkapsulan yang digunakan adalah kitosan dan gum Arabic. Pembuatan nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan rasio Gum Arab (mg/ ml), Kitosan (mg/ ml) dan Safron (mg/ ml). Berdasarkan hasil variasi karakterisasi dilihat dari Ukuran partikel, potensial zeta,PDI, sinar  $-X$  (XRD), transmisi electron mikroskop (TEM) dan Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

5) Hasil penelitian

Ekstrak safron termasuk-nanokompleks kitosan (CS) dan gom arab (GA) melalui gelasi ionik (IG). Spektroskopi inframerah transformasi Fourier (FTIR) dan difraksi sinar-X (XRD) mengkonfirmasi pembentukan ikatan antar gugus fungsi ( $-\text{COO}^-$  dan  $-\text{NH}^+$ ) dari dua biopolimer dan pembuatan amorf struktur. Mikroskop elektron transmisi (TEM) mengilustrasikan bentuk bulat dan halus dan distribusi ukuran partikel yang kira-kira seragam dari nanokapsul akhir. Ukuran, PDI dan potensi zeta nanopartikel yang dihasilkan berada di kisaran 183-295 nm, 0,272-0,612 dan 20,5-50,5 mV masing-masing. Kadar CS, GA, dan ekstrak safron berpengaruh nyata terhadap sifat nanokompleks dan efisiensi enkapsulasinya. Peningkatan CS dan GA dalam kompleks meningkatkan efisiensi enkapsulasi dari 29,12 menjadi 52,34%,

#### 6) Kesimpulan

Saffron adalah tanaman obat dengan berbagai aplikasi dalam industri makanan dan farmasi. Senyawa bioaktif dari tanaman yang berharga ini mudah terdegradasi ketika terkena cahaya, panas dan oksigen. Salah satu aplikasi utama nanocarrier berbasis polimer adalah perlindungan senyawa bioaktif terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Pada penelitian kali ini, nanoenkapsulasi ekstrak safron dilakukan menggunakan CS dan GA melalui gelasi ionik. Konsentrasi GA dan CS yang lebih tinggi menghasilkan nilai potensial

zeta yang lebih tinggi. Analisis FTIR dan XRD mengkonfirmasi pembentukan ikatan antara gugus fungsi dari kedua biopolimer dan pembentukan struktur amorf. Laju pelepasan picrocrocin lebih tinggi di lingkungan asam dibandingkan dengan yang netral karena kelarutan CS yang lebih tinggi dalam kondisi asam. Nanokompleks yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai strategi yang efisien untuk mempertahankan komponen bioaktif safron dan pengirimannya yang aman ke dalam saluran pencernaan.

#### 5. Jurnal Kelima (Jurnal Internasional)

Judul jurnal : Nanopartikel dan mikrosfer kitosan untuk enkapsulasi antioksidan alami yang diekstrak dari *Ilex paraguariensis*.

Nama jurnal : Polimer karbohidrat

Penerbit : Elsevier

Volume dan Halaman : Volume 84 halaman 803-806

Tahun terbit : 2011

Penulis jurnal : R. Harris, E. Lecumberri, I. Mateos-Aparicio, M. Mengibar, A. Heras

Isi jurnal

##### a. Tujuan jurnal

Untuk mendapatkan nanopartikel dan mikrosfer kitosan hidroklorida untuk enkapsulasi ekstrak yerba mate untuk aplikasi

kosmetik. Nanopartikel dibuat dengan gelasi ionik dan mikrosfer dengan pengeringan semprot dan dikarakterisasi dalam hal morfologi, potensi zeta dan pelepasan in vitro.

b. Metode penelitian

- 1) Desain penelitian : Eksperimental Laboratorium
- 2) Instrumen : scanning electron microscopy (SEM).
- 3) Metode analisa

Sampel yang digunakan adalah *Ilex paraguariensis* (the hijau) yang berasal dari negara Amerika Serikat. Dilakukan dengan cara melarutkan 30 mg mikrosfer dalam 20 ml air deionisasi. Agen enkapsulan yang digunakan adalah kitosan dengan crosslinker Na-TPP. Pembuatan nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan rasio mikrosfer ILE, M1 (0,5%, w/v HCS, 0,1%, w/v TPP), M2 (1%, w/v HCS, 0,2%, w/v TPP), NP1 (0,15% , b/v SKT, 0,084%, b/v TPP) dan NP2 (0,3%, b/v SKT, 0,168%, b/v TPP). jamu galactagogue ekstrak (%) dan TPP (%). Berdasarkan hasil variasi karakterisasi dilihat dari Ukuran partikel, potensial zeta, dan scanning electron microscopy (SEM).

4) Hasil penelitian

Mikrosfer ILE dan mikrosfer M1 dan M2 dilakukan dalam dua buffer dengan nilai pH yang berbeda (pH 5,7 dan 6,5). setelah 4 jam, sementara M1 dan M2 memperlambat pelepasan, pada saat yang sama

60% pada pH 5,7 dan antara 40 dan 45% pada pH 6,5. Pelepasan yang lebih tinggi pada pH 5,7 disebabkan oleh kelarutan kitosan hidroklorida pada pH tersebut. Nilai potensial zeta mikrosfer dan nanopartikel semuanya positif yang menunjukkan adanya gugus amino kitosan pada permukaan. Potensi zeta nanopartikel lebih tinggi daripada mikrosfer. Sistem pengiriman ini memiliki potensi mukoadhesif dan sifat peningkatan penyerapan. Sedangkan nilai ukuran partikel yang dihasilkan yaitu 177 nm.

#### 5) Kesimpulan

Mikrosfer dan nanopartikel kitosan hidroklorida-TPP telah terbukti menjadi kendaraan yang memadai untuk enkapsulasi antioksidan alami karena mereka mempertahankan aktivitas antioksidan polifenol ILE. Pelepasan zat aktif diatur oleh enkapsulasi dalam mikrosfer kitosan hidroklorida-TPP. Lebih banyak penelitian harus dilakukan untuk lebih mengontrol pelepasan dari mikrosfer dan nanopartikel ini untuk digunakan dalam aplikasi kosmetik.