

**KARAKTERISASI ENKAPSULASI EKSTRAK KASAR ENZIM SOD
BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) MENGGUNAKAN METODE
GELASI IONIK DENGAN VARIASI KONSENTRASI
KITOSAN & TRIPOLIFOSFAT**



**Oleh:
Meinanda Dyah Prameswari
23175215A**

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2021**

**KARAKTERISASI ENKAPSULASI EKSTRAK KASAR ENZIM SOD
BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) MENGGUNAKAN METODE
GELASI IONIK DENGAN VARIASI KONSENTRASI
KITOSAN & TRIPOLIFOSFAT**



Oleh:
Meinanda Dyah Prameswari
23175215A

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2021

PENGESAHAN SKRIPSI

berjudul

**KARAKTERISASI ENKAPSULASI EKSTRAK KASAR ENZIM SOD
BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) MENGGUNAKAN METODE
GELASI IONIK DENGAN VARIASI KONSENTRASI KITOSAN &
TRIPOLIFOSFAT**

Oleh:

**Meinanda Dyah Prameswari
23175215A**

Dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi
Pada tanggal : 21 Desember 2020

Mengetahui
Fakultas Farmasi
Universitas Setia Budi



Dekan

Prof. Dr. apt. RA Oetari, SU., MM., M.Sc.

Pembimbing Utama,

Dr. apt. Ilham Kunchahyo, S.Si., M.Sc.

Pembimbing Pendamping,

Desi Purwaningsih, M.Si.

Penguji :

1. Dr. Ana Indrayati, S.Si., M.Si.
2. apt. Nur Aini Dewi Purnamasari, M. Sc.
3. apt. Taufik Turahman, M.Farm
4. Dr. apt. Ilham Kunchahyo, S.Si., M. Sc

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan segala kerendahan hati, skripsi ini kupersembahkan kepada:

Nabi Muhammad SAW sebagai panutan umat muslim dengan penuh kemuliaan dan ketaatan kepada Allah SWT.

Kedua orang tuaku Bapak Mattosin dan Ibuku Sutiyah, terimakasih untuk kasih sayang, doa dan pengorbanan yang tiada terkira hingga anakmu bisa mewujudkan salah satu keinginan Bapak dan Ibu untuk menjadi seorang sarjana. Semoga apa yang sudah saya raih hari ini bisa menjadi berkah bagi keluarga.

Adikku Rautytus yang selalu memberiku doa dan semangat sepanjang perjalanan studiku.

Pembimbingku Bapak Dr. apt. Ilham Kuncahyo, S.Si, M.Sc dan Ibu Desi Purwaningsih, M.Si. terimakasih atas bimbingan dan dukungannya selama ini.

Astika Salsabila, sahabatku. Terimakasih sudah bersedia menjadi partner berjuangku melawan segala kemalasan dan selamat pada akhirnya kita berhasil menggapai salah satu bagian dari mimpi kita.

Sahabat-sahabatku yang tidak bisa kusebutkan satu persatu, terimakasih untuk semua doa dan dukungannya.

Almamater Universitas Setia Budi, bangsa dan negara Indonesia tercinta.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Dan barangsiapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya”

(Q.S At-Talaq: 4)

“Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim”

(HR. Ibnu Majah)

“Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”

(HR. Tirmidzi)

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila skripsi ini merupakan jiplakan dari penelitian/karya ilmiah/skripsi orang lain, maka saya siap menerima sanksi, baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 16 Desember 2020



Meinanda Dyah Prameswari

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah dan rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“KARAKTERISASI ENKAPSULASI EKSTRAK KASAR ENZIM SOD BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) MENGGUNAKAN METODE GELASI IONIK DENGAN VARIASI KONSENTRASI KITOSAN & TRIPOLIFOSFAT”** untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai derajat Strata 1 dari Fakultas Universitas Setia Budi, Surakarta.

Skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. apt. R. A. Oetari, S.U., M.M., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Setia Budi, Surakarta.
2. Dr. apt. Wiwin Herdwiani, M.Sc. selaku Kepala Program Studi S1 Farmasi Universitas Setia Budi, Surakarta.
3. Apt. Jamilah Sarimanah, M.Si. selaku pembimbing akademik atas segala bimbingan serta pengarahannya.
4. Dr. apt. Ilham Kunchahyo, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing utama yang telah bersedia memberi dukungan, ilmu, fasilitas, waktu, semangat serta bertukar pikiran yang sangat membantu dalam proses menyelesaikan skripsi.
5. Desi Purwaningsih, M.Si. selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing, memberi masukan, dan semangat sehingga membantu terselesaikannya skripsi ini.
6. Seluruh dosen Fakultas Farmasi, Karyawan, serta Staff Laboratorium Universitas Setia Budi, Surakarta.
7. Bapak Mattosin dan Ibu Sutiyah, serta adikku Rautytus Dirgham Pramesworo terimakasih atas doa, semangat, kasih sayang dan supportnya.
8. Teman-temanku Bella, Sinta, Novi, Susan dan segenap pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu terimakasih penulis ucapkan.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik kepada mereka semua.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik serta saran yang diberikan dalam upaya penyempurnaan penulisan skripsi ini. Akhir kata, besar harapan penulis agar penelitian ini dapat berguna bermanfaat bagi sekitar terlebih sesama hidup.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Surakarta, 16 Desember 2020

Meinanda Dyah Prameswari

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO.....	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Tanaman Tomat.....	5
1. Sistematika tanaman tomat.....	5
2. Morfologi.....	5
3. Nama lain	6
4. Kandungan kimia	6
5. Kegunaan buah tomat	7
B. Penentuan Kadar Protein Total.....	7
C. Antioksidan.....	9
1. Definisi antioksidan.....	9
1.1. Antioksidan primer (Endogen).	10
1.2. Antioksidan sekunder (Eksogen).	10
1.3. Antioksidan tersier.....	10
2. Antioksidan Superoksida Dismutase (SOD)	10
3. Mekanisme uji aktivitas antioksidan	11

3.1.	Metode penangkapan radikal anion superoksida menggunakan WST-1.	11
3.2.	Metode peredaman radikal 2,2-difenil-1-pikril hidrazil (DPPH).....	11
3.3.	Metode <i>reducing power</i>	12
3.4.	Metode uji kapasitas serapan radikal oksigen (ORAC).	12
3.5.	Metode tiosianat.....	12
3.6.	Uji dien konjugasi.....	12
3.7.	Aktivitas penghambatan radikal hidroksi.	12
D.	Ekstraksi Enzim.....	13
1.	Definisi	13
2.	Metode isolasi enzim.....	13
2.1.	Ekstraksi.....	13
2.2.	Filtrasi.....	14
2.3.	Sentrifugasi.....	14
3.	Metode pemurnian enzim.....	14
3.1.	Cara pengendapan (<i>presipitasi</i>) dengan garam organik atau pelarut organik.....	14
3.2.	Melalui membran <i>ultrafiltrasi</i>	15
3.3.	Kromatografi pertukaran ion.....	16
3.4.	Kromatografi afinitas.....	16
3.5.	Kromatografi filtrasi gel.	16
E.	Nanopartikel	17
1.	Definisi nanopartikel	17
2.	Kelebihan nanopartikel.....	17
3.	Jenis-jenis nanopartikel	18
3.1.	Nanokristal.....	18
3.2.	<i>Nanocarrier</i>	18
F.	Nanoenkapsulasi.....	18
1.	Definisi nanoenkapsulasi.....	18
2.	Kelebihan nanoenkapsulasi	18
3.	Karakterisasi nanoenkapsulasi	19
3.1.	Ukuran partikel dan distribusi partikel.....	19
3.2.	Zeta potensial.....	19
3.3.	Indeks polidispersitas.....	20
G.	Metode Gelasi Ionik	20
H.	Kitosan.....	21
I.	Tripolifosfat.....	22
J.	Landasan Teori	22
K.	Hipotesis	25
BAB III	METODE PENELITIAN	26
A.	Populasi dan Sampel.....	26
1.	Populasi	26
2.	Sampel.....	26
B.	Variabel Penelitian	26

1.	Identifikasi variabel utama	26
2.	Klasifikasi variabel utama	26
3.	Definisi operasional variabel utama	27
C.	Alat dan Bahan	28
1.	Alat	28
2.	Bahan.....	28
D.	Jalannya Penelitian	28
1.	Determinasi tanaman	28
2.	Ekstraksi enzim SOD dari buah tomat	28
3.	Pengukuran kadar protein menggunakan metode Lowry	29
3.1.	Pembuatan reagen Lowry.	29
3.2.	Pembuatan larutan standart protein.....	29
3.3.	Penentuan panjang gelombang maksimum.....	29
3.4.	Penentuan <i>operating time</i>	29
3.5.	Pembuatan kurva standart.	29
3.6.	Pengukuran kadar protein ekstrak kasar enzim SOD buah tomat.	30
4.	Pengujian aktivitas superoksida dismutase	30
4.1.	Penyiapan WST <i>working solution</i>	30
4.2.	Penyiapan <i>enzym working solution</i>	30
4.3.	Penyiapan sampel uji.	30
5.	Pembuatan nanoenkapsulasi kitosan ekstrak kasar enzim SOD	31
5.1.	Preparasi larutan kitosan.	31
5.2.	Preparasi larutan tripolifosfat.....	31
5.3.	Pembuatan nanopartikel ekstrak kasar enzim SOD kitosan-tripolifosfat dengan metode gelasi ionik.	31
5.4.	Rancangan formula nanopartikel ekstrak kasar enzim SOD kitosan-tripolifosfat.	32
6.	Karakterisasi nanopartikel ekstrak kasar enzim SOD	32
6.1.	Penetapan efisiensi penjerapan.	32
6.2.	Penetapan ukuran partikel, <i>indeks polidispersitas</i> , dan potensial <i>zeta</i>	32
E.	Analisis Hasil.....	33
F.	Skema Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
A.	Determinasi Tanaman.....	35
B.	Ekstraksi enzim SOD dari Buah Tomat	35
C.	Kadar Protein Metode Lowry	37
1.	Penentuan panjang gelombang maksimum	37
2.	Penentuan <i>Operating Time</i> (OT).....	38
3.	Pembuatan kurva baku	38
4.	Pengukuran kadar protein sampel	39
D.	Pengujian Aktivitas Superoksida Dismutase	41
E.	Efisiensi Penjerapan	42

F. Karakterisasi Enkapsulasi.....	44
1. Ukuran partikel.....	44
2. Indeks polidispersitas	45
3. Zeta potensial	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
A. Kesimpulan.....	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi larutan sampel dan blanko untuk uji WST -1.....	30
Tabel 2. Formula nanopartikel yang dibuat dengan metode gelasi ionik	32
Tabel 3. Kadar protein dalam sampel	40
Tabel 4. Aktivitas ekstrak kasar enzim SOD buah tomat.....	41
Tabel 5. Efisiensi penjerapan ekstrak kasar enzim SOD buah tomat dalam polimer.....	42
Tabel 6. Ukuran partikel	44
Tabel 7. Indeks Polidispersitas	46
Tabel 8. Zeta potensial.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Buah tomat	5
Gambar 2. Karakteristik gen SOD dari buah tomat	7
Gambar 3. Ilustrasi matriks nanopartikel dengan metode gelasi ionik	21
Gambar 4. Struktur Kitosan	21
Gambar 5. Skema Penelitian	34
Gambar 6. Pengukuran panjang gelombang maksimum.....	37
Gambar 7. Kurva baku pengukuran kadar protein buah tomat	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pembuatan dapar fosfat pH 7.....	55
Lampiran 2. Perhitungan Ammonium Sulfat	56
Lampiran 3. Kurva kalibrasi	57
Lampiran 4. Pengukuran kadar protein dengan metode Lowry	51
Lampiran 5. Pengujian aktivitas SOD menggunakan metode WST-1.....	53
Lampiran 6. Efisiensi penjerapan.....	55
Lampiran 7. Ukuran partikel dan indeks polidispersitas.....	56
Lampiran 8. Zeta potensial.....	59
Lampiran 9. Hasil enkapsulasi ekstrak kasar enzim SOD.....	62
Lampiran 10. Alat dan bahan.....	63
Lampiran 11. Hasil determinasi tanaman.....	64

INTISARI

PRAMESWARI, M, D., 2020. KARAKTERISASI ENKAPSULASI EKSTRAK KASAR ENZIM SOD BUAH TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) MENGGUNAKAN METODE GELASI IONIK DENGAN VARIASI KONSENTRASI KITOSAN & TRIPOLIFOSFAT, SKRIPSI, FAKULTAS FARMASI, UNIVERSITAS SETIA BUDI, SURAKARTA.

Paparan radikal bebas secara terus menerus dapat mengakibatkan stress oksidatif. Buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki kandungan antioksidan enzim Superoksida Dismutase (SOD) yang dapat menetralkan radikal bebas dalam tubuh. Rendahnya tingkat stabilitas enzim menyulitkan dalam proses formulasi serta mempengaruhi efek terapi yang akan diberikan. Sistem nanoenkapsulasi dimana enzim SOD dibungkus dalam skala nanometer diharapkan dapat melindungi enzim ini dari degradasi serta menghantarkannya ke *target site*.

Enzim superoksida dismutase dari buah tomat diperoleh dengan cara ekstraksi, sentrifugasi dan pengendapan menggunakan garam Ammonium sulfat 90%. Kadar protein pada ekstrak kasar enzim yang diperoleh diukur menggunakan metode Lowry dengan Bovine Serum Albumin (BSA) sebagai standart. Aktivitas superoksida dismutase pada ekstrak kasar ditentukan menggunakan metode WST-1 *assay kit*. Pembuatan nanoenkapsulasi dilakukan menggunakan metode gelasi ionik dengan menggunakan 3 variasi konsentrasi kitosan dan tripolifosfat yaitu F1 (0,1%:0,3%); F2 (0,2%:0,2%); dan F3 (0,3%:0,1%). Keberhasilan dari proses enkapsulasi diamati dari nilai efisiensi penjerapan, sedangkan karakterisasi nanopartikel diuji meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas dan zeta potensial.

Hasil yang diperoleh yaitu ekstrak kasar enzim SOD buah tomat mengandung protein sebesar $0,0369 \pm 0,000049$ mg/mL dengan aktivitas superoksida dismutase sebesar 89,22%. Nilai efisiensi penjerapan masing-masing formula yaitu F1 65,58%; F2 79,89%; dan F3 72,72%. F2 merupakan formula dengan efisiensi penjerapan tertinggi dibandingkan kedua formula lainnya. Karakterisasi nanopartikel terhadap F2 memberikan hasil ukuran partikel sebesar $711,83 \pm 66,50$ nm, dengan indeks polidispersitas $0,289 \pm 0,123$ puncak tunggal serta nilai zeta potensial $+14,9 \pm 9,59$ mV.

Kata kunci : Superoksida dismutase, *Solanum lycopersicum* L, nanoenkapsulasi, gelasi ionik.

ABSTRACT

PRAMESWARI, M, D., 2020. CHARACTERIZATION OF RUDE ENZYMED EXTRACT OF TOMATO FRUIT SOD (*Solanum lycopersicum* L.) USING IONIC GELATION METHOD WITH VARIATION OF CHITOSAN & TRIPOLYPHOSPHATE, SKRIPSI, FACULTY OF FACULTY, SURVEY, FACULTY, UNIVERSITY.

Continuous exposure to free radicals can result in oxidative stress. Tomato fruit (*Solanum lycopersicum* L.) contains the antioxidant enzyme Superoxide Dismutase (SOD) which can neutralize free radicals in the body. The low level of enzyme stability makes it difficult in the formulation process and affects the effect of the therapy to be given. The nanoencapsulation system in which the SOD enzyme is wrapped at a nanometer scale is expected to protect this enzyme from degradation and deliver it to the target site.

The superoxide dismutase enzyme from tomatoes is obtained by extraction, centrifugation and precipitation using 90% Ammonium sulfate. The protein content of the crude extract was measured using the Lowry method with Bovine Serum Albumin (BSA) as a standard. Superoxide dismutase activity in crude extract was determined using the WST-1 assay kit method. The nanoencapsulation was made using the ionic gelation method using 3 variations of the concentration of chitosan and tripolyphosphate, namely F1 (0.1%: 0.3%); F2 (0.2%: 0.2%); and F3 (0.3%: 0.1%). The success of the encapsulation process was observed from the percentage of efficiency encapsulation, while the nanoparticles characterization tested included particle size, polydispersity index and zeta potential.

The results obtained were crude extract of the SOD enzyme of tomato fruit containing 0.0369 ± 0.000049 mg / mL protein with a superoxide dismutase activity of 89.22%. The efficiency encapsulation values for each formula were F1 65.58%; F2 79.89%; and F3 72.72%. F2 is the formula with the highest efficiency encapsulation compared to the other two formulas. Nanoparticle characterization against F2 gave the result that the particle size was 711.83 ± 66.50 nm, with a polydispersity index of 0.289 ± 0.123 single peak and a zeta potential value of $+14.9 \pm 9.59$ mV.

Key words: superoxide dismutase, *Solanum lycopersicum* L., nanoencapsulation, ionic gelation

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Radikal bebas adalah sekelompok bahan kimia baik berupa atom maupun molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan pada lapisan luarnya atau kehilangan elektron (Werdhasari, 2014). Radikal bebas akan bereaksi dengan sel-sel di sekitarnya untuk memperoleh pasangan elektron sehingga menjadi lebih stabil. Reaksi ini dapat terjadi secara terus menerus dan apabila tidak dihentikan dapat menyebabkan stress oksidatif. Stress oksidatif selanjutnya dapat menyebabkan suatu peradangan, kerusakan DNA atau sel dan berbagai penyakit seperti kanker, jantung, katarak, penuaan dini, serta penyakit degeneratif lainnya (Soegandi, 2020). Akibat begitu besarnya pengaruh radikal bebas terhadap kesehatan manusia maka tubuh memerlukan suatu asupan yang mengandung senyawa antioksidan yang mampu menangkap dan menetralkan radikal bebas tersebut (Soegandi, 2020).

Antioksidan alami asal tumbuhan semakin diminati karena mempunyai tingkat keamanan lebih baik dibanding antioksidan sintetik (Widowati, 2005). Enzim - enzim antioksidan endogenous seperti enzim superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathion peroksidase (GPx) secara normal diregulasikan oleh tubuh akan tetapi seringkali jumlahnya tidak sebanding dengan radikal bebas yang memapari tubuh. Salah satu tanaman yang memiliki enzim SOD ini adalah buah tomat (Feng *et al*, 2016). Patandung (2019) telah melakukan penelitian aktivitas SOD dari buah tomat serta pengujiannya secara *in vitro* pada sel fibroblas 3T3, hasilnya menunjukkan bahwa aktivitas pada kadar ekstrak 20% mampu menghasilkan aktivitas sebesar 54,32%. Hal tersebut merupakan indikator bahwa enzim SOD yang diperoleh dari tomat bekerja dengan baik, selain itu enzim SOD dari buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) mampu meningkatkan viabilitas sel dan deposisi kolagen pada fibroblas yang dipapari sinar Ultraviolet A. Deposisi kolagen mencapai 147,67% dan viabilitas sel mencapai 231,25% pada konsentrasi enzim SOD 100 mg/ml. Terdapat pengaruh yang signifikan antara

konsentrasi enzim SOD dalam meningkatkan viabilitas dan desposisi kolagen sel fibroblas yang terkena efek *fotoaging*.

Superoksida dismutase merupakan zat golongan protein enzim yang memiliki tingkat kestabilan rendah dan dapat berubah konformasi serta aktivitasnya ketika suhu dan keasaman berubah. Menurut Kumar *et al* (2004) enzim SOD dari buah tomat bersifat termostabil sampai suhu 50°C dan aktivitasnya menurun drastis jika suhu ditingkatkan serta pHnya 7,8. Menurut Walker (1987) aktivitas SOD yang diperoleh dari ekstrak air kubis mengalami kerusakan pada suhu lebih dari 45°C. Perubahan aktivitas SOD dalam kondisi basa lebih kecil daripada pada kondisi asam. Data ini menunjukkan bahwa berbagai perubahan kondisi yang signifikan mempengaruhi integritas, aktivitas dan fungsi SOD (Zang *et al.*, 2018).

Aktivitas dan stabilitas dari enzim superoksida dismutase dapat dipertahankan dengan melakukan modifikasi menggunakan sistem penghantaran nanoenkapsulasi polimer. Sistem nanoenkapsulasi merupakan suatu sistem dimana substansi inti dibungkus dalam skala nanometer atau 10^{-9} meter (Wang *et al.*, 2009). Sistem ini dapat mengatasi masalah ketidakstabilan enzim Superoksida Dismutase (SOD) dimana enzim dienkapsulasi dalam nanopartikel yang berfungsi melindunginya dari degradasi dan menghantarkannya ke target site (Kammona, 2012). Nanoenkapsulasi enzim SOD memerlukan suatu polimer yang berperan sebagai penyalut dalam sistem ini. Salah satu polimer yang bisa digunakan yaitu kitosan.

Kitosan merupakan biopolimer alami yang menarik, menurut Martien *et al.*, (2008) kitosan mampu membuka kait antar sel (*tight junction*) pada membran usus secara sementara sehingga sangat potensial untuk dikembangkan sebagai bahan utama pembuatan nanopartikel melalui pengaplikasian secara oral. Kelebihan lain yang dimiliki oleh kitosan yaitu muatan pada gugus amonium yang positif dapat mengadakan interaksi ionik dengan asam sialat pada membran intestinal saluran cerna (Martien *et al.*, 2012). Menurut Pan (2002) kitosan bersifat nontoksik, mukoadhesif, biodegradabel, biokompatibel, tingkat imunogenisitas yang rendah dan dapat dipreparasi menjadi nanopartikel pada kondisi yang mild

sehingga sangat sesuai untuk sistem penghantaran protein. Biokompatibilitas kitosan dikarenakan kitosan merupakan polimer yang diperoleh dari hidrolisis polimer kitin yang berasal dari alam yaitu cangkang hewan laut, sehingga cenderung tidak menimbulkan ketoksikan pada dosis terapan (Tiyaboonsai, 2003). Selain itu kitosan juga merupakan salah satu matriks immobilisasi yang memiliki kemampuan membentuk membran, sifat adhesi yang baik, harga murah, kekuatan mekanis dan hidrofilitas yang tinggi serta perbaikan stabilitas (Erdawati, 2008). Kitosan merupakan polisakarida yang berada pada urutan kedua dalam hal ketersediaannya di alam dan termasuk sebagai polielektrolit kationik (Wu *et al.*, 2005).

Nanopartikel kitosan dapat dibuat menggunakan metode gelasi ionik dengan jalan pembentukan kompleksasi polielektrolit antara kitosan yang bermuatan positif dengan tripolifosfat yang bermuatan negatif (Mardiyati, 2012). Berdasarkan penelitian Lin *et al* (2008) disebutkan bahwa dengan digunakannya tripolifosfat sebagai salah satu pasangan ion kitosan, hasil nanopartikel yang terbentuk lebih stabil dan memiliki karakter penembusan membran yang lebih baik. Nanoenkapsulasi ekstrak kasar enzim SOD buah tomat menggunakan kitosan selanjutnya dapat dievaluasi meliputi efisiensi penjerapan, ukuran partikel, indeks polidispersitas dan zeta potensial.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut:

Pertama, apakah ekstrak kasar enzim SOD buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki aktivitas antioksidan superoksida dismutase?

Kedua, manakah formula terbaik dari variasi kitosan dan tripolifosfat yang digunakan dalam pembuatan nanoenkapsulasi ekstrak kasar enzim SOD buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dilihat dari nilai efisiensi penjerapan?

Ketiga, bagaimana karakteristik formula terbaik nanoenkapsulasi ekstrak kasar enzim SOD buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) yang terbentuk meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas dan potensial zeta?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

Pertama, mengetahui apakah ekstrak kasar enzim SOD buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) memiliki aktivitas antioksidan superoksida dismutase.

Kedua, mengetahui formula terbaik dari variasi kitosan dan tripolifosfat yang digunakan dalam pembuatan nanoenkapsulasi ekstrak kasar enzim SOD buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dilihat dari nilai efisiensi penjerapan.

Ketiga, mengetahui karakteristik formula terbaik nanoenkapsulasi ekstrak kasar enzim SOD buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) yang terbentuk meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas dan potensial zeta

D. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada peneliti dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian yang berkelanjutan mengenai aktivitas antioksidan superoksida dismutase dari enzim SOD yang terkandung dalam buah tomat serta karakteristiknya setelah dilakukan proses enkapsulasi menggunakan metode gelasi ionik pada formula terbaik.