

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL  
EMAS-EKSTRAK KUNYIT PUTIH (*Curcuma zedoaria* (Berg.)  
Roscoe) DENGAN VARIASI KONSENTRASI EKSTRAK**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Farmasi (S.Farm) di bidang studi Farmasi pada Fakultas MIPA**



**Oleh:**

**RHIMA MELATI  
08061381621080**

**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL

Judul Makalah Hasil : Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak

Nama Mahasiswa : Rhima Melati

NIM : 08061381621080

Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan di hadapan pembimbing dan pembahas pada seminar hasil di Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Maret 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 17 Maret 2020

Pembimbing :

1. Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt. (.....)  
NIP. 197103101998021002
2. Indah Solihah, M.Sc., Apt. (.....)  
NIP. 198803082019032015

Pembahas :

1. Prof. Dr. Elfita, M.Si., Apt. (.....)  
NIP. 196903261994122001
2. Annisa Amriani S, M. Farm., Apt. (.....)  
NIP. 198412292014082201
3. Dr. Nirwan Syarif, M.Si (.....)  
NIP. 197010011999031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi



Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP. 197103101998021002

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak  
Nama Mahasiswa : Rhima Melati  
NIM : 08061381621080  
Jurusan : Farmasi

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Mei 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 20 Mei 2020

Ketua :

1. Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt. (.....)

NIP. 197103101998021002

Anggota :

1. Indah Solihah, M.Sc., Apt. (.....)

NIP. 198803082019032015

2. Prof. Dr. Elfita, M.Si., Apt. (.....)

NIP. 196903261994122001

3. Annisa Amriani S, M. Farm., Apt. (.....)

NIP. 198412292014082201

4. Dr. Nirwan Syarif, M.Si (.....)

NIP. 197010011999031003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Farmasi

Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt.  
NIP. 197103101998021002

## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Rhima Melati  
NIM : 08061381621080  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi : Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 20 Mei 2020  
Penulis,



Rhima Melati  
NIM.08061381621080

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rhima Melati  
NIM : 08061381621080  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi : Farmasi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak Rimpang Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria*(Berg.)Roscoe) dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak”, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 20 Mei 2020  
Penulis,



Rhima Melati  
NIM.08061381621080

## HALAMAN PERSEMPAHAN



(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)

*Segala puji bagai Allah SWT tuhan semesta alam*

*Saya persembahkan skripsi ini untuk*

*Keluarga ayah, ibu, kakak, dosen, sahabat,*

*serta teman seperjuangan Farmasi 2016 yang saya sayangi.*

## MOTTO

*“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”*

*(Q.S Al- Insyirah : 5)*

*“Everything happen for a reason, keep moving forward be patient and make  
your parent proud of you”*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak Rimpang Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria*(Berg.) Roscoe) dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Farmasi pada program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Indralaya.

Peneliti menyadari penelitian dan penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas nikmat kesehatan, kemampuan, rezeki, waktu, hidayah dan kesempatan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah ( Ahmad Jais) dan Ibu (Ratna Marlena) yang sangat saya sayangi dan cintai,yang selalu memberikan kasih sayangnya, memberikan semangat, memotivasi, nasihat, hingga memberikan dukungan moril dan materil yang tak ternilai. Serta selalu memanjatkan doa untuk kesuksesan anak anaknya. Kakak-kakakku (kak Gerry dan kak Soegeng) tersayang yang selalu menasihati saya dan selalu memotivasi saya hingga saat ini.
3. Bapak Dr. rer. nat. Mardiyanto, M.Si., Apt sebagai pembimbing pertama dan Ibu Indah Solihah M.Sc., Apt sebagai pembimbing kedua yang telah bersedia meluangkan waktu, memberikan ilmu, arahan, saran dan masukan, serta semangat dan motivasi dan kepercayaan kepada saya dalam menyelesaikan selama penelitian hingga penulisan skripsi ini.
4. Ibu Annisa Amriani, M.Farm., Apt., Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt., Ibu Vitri Agustiarini, M.Farm., Apt. sebagai dosen penguji seminar proposal yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si., Apt. Ibu Annisa Amriani S, M.Farm., Apt. dan Bapak Nirwan Syarif, M.Si sebagai dosen pembahas makalah seminar hasil

yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam penyusunan skripsi ini.

6. Ibu Najma Annuria Fithri, M.Sc., Apt. dan pak Adik Ahmadi, M.Si., Apt. sebagai pembimbing akademik yang selalu membimbing dan memberikan saran, masukan kepada saya selama masa perkuliahan.
7. Seluruh dosen, staf, dan analis Program Studi Farmasi FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan pengetahuan, wawasan, dan bantuan dalam studi sehingga saya bisa menyelesaikan studi dengan baik dan lancar.
8. Sahabat tercinta dan yang kusayangi (Destya, Miranti, Siti, Devina, Febriekha, Ulfa, Anggun, Wahyu, dan Shafirah). Terimakasih atas doa, semangat, canda tawa dan kegilaan dan motivasi, dan segala bantuan yang diberikan selama ini.
9. Sahabat seperjuangan tim tiga setengah (Arum, Lia, Zella, Fidha, Dinar, Amal dan Meta), yang selalu menjadi tempat berbagai ilmu, mendengarkan curahan hati, perhatian, motivasi, semangat selama masa perkuliahan hingga terselesainya skripsi ini.
10. Partner nanogold (Arum dan Zella), yang selalu memotivasku, menasihati, mengingatkan, menguatkan, dan terimakasih telah berjuang bersama dalam menyelesaikan penelitian walaupun terdapat kesusahan tapi bersama kalian semua bisa kita selesaikan.
11. Teman-teman seperjuangan farmasi 2016 , kakak-kakak farmasi 2012 hingga 2015 serta adik-adik farmasi 2017 hingga 2019 yang telah memberikan canda tawa, suka duka, inspirasi, semangat, bantuan serta kenangan selama perkuliahan.
12. Teman-teman pengurus di Himpunan Keluarga Mahasiswa Farmasi (HKMF) Universitas Sriwijaya, atas kebersamaan, solidaritas, dan bantuan kepada penulis selama perkuliahan, kepengurusan himpunan, dan penyusunan skripsi hingga selesai.
13. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studi hingga selesai.

Penulis sangat bersyukur dan berterimakasih atas segala kebaikan, bantuan, dukungan, dan motivasi yang diberikan dari semua pihal yang telah membantu

selama penelitian dan penyusunan skripsi ini. Semoga Allah memberkahi dan membalas setiap kebaikan semua pihak yang membantu. Penulis menyadari dalam penulisan skripsi masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Indralaya, 20 Mei 2020  
Penulis,



Rhima Melati  
NIM. 08061381621080

**Preparation and Characterization of Gold Nanoparticles  
in White Turmeric Extract (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe)  
with Extract Concentration Variation**

**Rhima Melati  
08061381621080**

**ABSTRACT**

The preparation and characterization of gold nanoparticles in white turmeric extract (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) with various extract concentration aims to determine the optimal extract concentration and its effect on particle size, PDI, % EE, and potential zeta of the formed nanoparticles. Nanoparticles are made by green synthesis method by utilizing phenolic compounds and flavonoids which have antioxidant activity from the extract as a reducing agent and stabilizer of nanoparticle synthesis. The variations in extract concentration are 10 mg, 30 mg, and 90 mg. The optimal concentration needed to obtain the optimum formula is 30 mg. The greater the concentration causes the faster the nanoparticle increases, the nanoparticle decreases, and the more potential to increase agglomeration. The optimum formula of nanoparticles obtained has % EE value of  $91.723\% \pm 0.092$  with a time of 1.11 minutes to change the solution to purple which indicates the formation of gold nanoparticles. The characterization result of the optimum nanoparticle formula has a diameter of 61.34 nm, a PDI of 0.396 and a zeta potential of -27.2 mV. The physical stability of the nanoparticles optimum formula by the heating cooling test method produces organoleptic form of a purple solution with a cluster formed and pH value of  $6.193 \pm 0.006$ . The antioxidant activity test the by DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) obtained IC<sub>50</sub> values of white turmeric extract, and the optimum formula of gold nanoparticles in white turmeric extract are 16,2682 ppm and 25,4608 ppm, respectively. These results indicate white turmeric extract has stronger antioxidant activity compared to the optimum formula of gold nanoparticles in white turmeric extract.

**Keywords :** Gold nanoparticle, green synthesis, *Curcuma zedoaria* Berg. Roscoe, antioxidant, extract concentration variation.

**Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak  
Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe)  
dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak**

**Rhima Melati  
08061381621080**

**ABSTRAK**

Preparasi dan karakterisasi nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dengan variasi konsentrasi ekstrak bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimal ekstrak serta pengaruhnya terhadap ukuran diameter partikel, PDI, %EE, dan zeta potensial dari nanopartikel yang terbentuk. Nanopartikel dibuat dengan metode *green synthesis* dengan memanfaatkan senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas antioksidan dari ekstrak sebagai agen pereduksi dan penstabil sintesis nanopartikel. Variasi konsentrasi ekstrak yaitu 10 mg, 30 mg, dan 90 mg. Konsentrasi optimal yang dibutuhkan untuk memperoleh formula optimum sebesar 30 mg. Semakin besar konsentrasi menyebabkan waktu pembentukan nanopartikel semakin cepat, nanopartikel emas hasil reduksi semakin banyak, dan meningkatkan potensi terjadinya aglomerasi. Formula optimum nanopartikel yang diperoleh memiliki nilai %EE sebesar  $91,723\% \pm 0,092$  dengan waktu 1,11 menit untuk mengubah larutan menjadi berwarna ungu yang mengindikasikan terbentuknya nanopartikel emas. Hasil Karakterisasi formula optimum nanopartikel memiliki diameter ukuran 61,34 nm, PDI sebesar 0,396 dan zeta potensial -27,2 mV. Stabilitas fisik formula optimum nanopartikel dengan metode *heating cooling test* dihasilkan organoleptis berupa larutan berwarna ungu dengan terbentuk *cluster* dan pH  $6,193 \pm 0,006$ . Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) diperoleh nilai IC<sub>50</sub> ekstrak rimpang kunyit putih, dan formula optimum nanopartikel emas-ekstrak rimpang kunyit putih berturut-turut sebesar 16,2682 ppm dan 25,4608 ppm. Hasil ini menunjukkan ekstrak kunyit putih memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan formula optimum nanopartikel emas-ekstrak rimpang kunyit putih.

**Kata Kunci : Nanopartikel emas, *green synthesis*, *Curcuma zedoaria* Berg.  
Roscoe, antioksidan, variasi konsentrasi ekstrak**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Nanoteknologi .....	5
2.2 Nanopartikel Emas .....	5
2.3 Kunyit Putih .....	7
2.3.1 Deskripsi Tanaman .....	7
2.3.2 Kandungan Kimia Kunyit Putih .....	8
2.3.3 Manfaat Kunyit Putih .....	8
2.4 Metode <i>Green Synthesis</i> .....	9
2.5 Enkapsulasi .....	11
2.5.1 Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE) .....	11
2.6 Antioksidan .....	12
2.7 Pengujian Antioksidan Metode DPPH .....	14
2.8 Metode Ekstraksi .....	15
2.9 Bahan Pembuatan Nanopartikel Emas .....	16
2.9.1 Emas (Au) .....	16
2.10 Karakterisasi Nanopartikel .....	17
2.10.1 DLS ( <i>Dynamic Light Scattering</i> ) .....	17
2.10.2 Zeta Potensial .....	19
2.11 Spektrofotometri UV-Vis .....	19
2.12 Profil Kromatografi Lapis Tipis .....	22
BAB III METODELOGI PENELITIAN .....	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.2 Alat dan bahan .....	24
3.2.1 Alat .....	24

3.2.2 Bahan .....	24
3.3 Metode Penelitian .....	25
3.3.1 Preparasi Ekstrak .....	25
3.3.2 Preparasi Ekstrak Etanol Kunyit Putih .....	25
3.3.3 Preparasi Larutan Emas HAuCl <sub>4</sub> .....	25
3.4 Karakterisasi Ekstrak Kunyit Putih .....	26
3.4.1 Penetapan Kadar Abu .....	26
3.4.2 Penetapan Kadar Air dan Susut Pengeringan .....	26
3.4.3 Penetapan Bobot Jenis .....	26
3.4.4 Penetapan Kadar Sari Larut Air .....	27
3.4.5 Penetapan Kadar Sari Larut Eтанol .....	27
3.5 Analisis Uji Kandungan Fitokimia Ekstrak Kunyit Putih .....	27
3.5.1 Pemeriksaan Flavonoid dan Fenolik .....	27
3.5.2 Pemeriksaan Saponin .....	28
3.5.3 Pemeriksaan Tanin .....	28
3.5.4 Pemeriksaan Alkaloid, Steroid, dan Triterpenoid .....	28
3.6 Formula Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	29
3.7 Pembuatan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	30
3.8 Profil Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	30
3.9 Pemeriksaan Kadar Fenolik Total pada Ekstrak Kunyit Putih .....	31
3.9.1 Penentuan OT ( <i>Operating Time</i> ) .....	31
3.9.2 Penentuan Panjang Gelombang Optimum .....	31
3.9.3 Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	32
3.9.4 Pengukuran Kadar Fenolik Total.....	32
3.10 Purifikasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	33
3.11 Evaluasi dan Karakterisasi Nanopartikel .....	33
3.11.1Penentuan Diameter dan Distribusi Ukuran Partikel ( <i>Poly Dispersity Index / PDI</i> ) .....	33
3.11.2 Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE) .....	33
3.12 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH.....	34
3.12.1 Pembuatan Larutan DPPH .....	34
3.12.2 Pembuatan Larutan Kuersetin .....	34
3.12.3 Pembuatan Larutan Uji .....	34
3.12.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	35
3.12.5 Penentuan <i>Operating Time</i> (OT) .....	35
3.12.6 Pengukuran Absorbansi Larutan Kontrol DPPH .....	35
3.12.7 Pengukuran Absorbansi Larutan Kuersetin dan Uji .....	36
3.12.8 Penentuan Persen <i>Inhibition Concentration (%IC)</i> dan <i>IC<sub>50</sub></i> .....	36
3.13 Uji Stabilitas Fisik dengan Pengaruh Suhu .....	37
3.14 Uji Stabilitas Fisik dengan Pengaruh Suhu .....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1 Preparasi Ekstrak .....	38
4.2 Preparasi Ekstrak Etanol Kunyit Putih .....	40
4.3 Preparasi Larutan Emas HAuCl <sub>4</sub> .....	40
4.4 Karakterisasi Ekstrak Kunyit Putih .....	41
4.4.1 Penetapan Kadar Abu .....	41
4.4.2 Penetapan Kadar Air dan Susut Pengeringan .....	42

4.4.3 Penetapan Bobot Jenis .....	42
4.4.4 Penetapan Kadar Sari Larut Air dan Kadar Sari Larut Etanol .....	43
4.5 Analisis Uji Kandungan Fitokimia Ekstrak Kunyit Putih .....	44
4.5.1 Pemeriksaan Flavonoid dan Fenolik .....	44
4.5.2 Pemeriksaan Saponin .....	45
4.5.3 Pemeriksaan Tanin .....	46
4.5.4 Pemeriksaan Alkaloid, Steroid, dan Terpenoid .....	46
4.6 Pembuatan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	48
4.7 Profil Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	50
4.8 Penentuan Kadar Fenolik Total pada Ekstrak Kunyit Putih .....	52
4.8.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	54
4.8.2 Pengukuran OT( <i>operating time</i> ) asam galat.....	54
4.8.3 Pengukuran Kadar Fenolik Total .....	55
4.9 Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE) .....	57
4.10 Evaluasi dan Karakterisasi Nanopartikel .....	60
4.11 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH .....	63
4.11.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	65
4.11.2 Penentuan <i>Operating Time (OT)</i> .....	65
4.11.3 Penentuan Persen <i>Inhibition Concentration (%IC)</i> dan $IC_{50}$ .....	66
4.12 Uji Stabilitas Fisik dengan Pengaruh Suhu .....	69
4.13 Analisis Statistika .....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	73
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>84</b>

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Formula Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	30
Tabel 2. Hasil Karakterisasi Ekstrak Kunyit Putih .....	41
Tabel 3. Hasil Analisis Uji Kandungan Fitokimia Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	44
Tabel 4. Hasil Perhitungan Persen EE .....	58
Tabel 5. Persamaan regresi linier dan nilai IC <sub>50</sub> ekstrak rimpang kunyit putih, kuersetin, dan formula terbaik AuNps-ekstrak kunyit putih .....	67
Tabel 6. Hasil Uji Stabilitas Formula Terbaik Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih.....	70

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Curcuma zedoaria</i> (Berg) Roscoe A. Tanaman utuh; B. Daun; C.Rhizoma dengan Umbi.....	8
Gambar 2. Mekanisme Sintetis Nanopartikel Logam .....	10
Gambar 3. Mekanisme Senyawa Metabolit Sekunder Sebagai Bioreduktor Ion Logam.....	10
Gambar 4. Mekanisme reaksi penangkapan radikal.....	14
Gambar 5. Gerak Brown .....	18
Gambar 6. Prinsip kerja DLS .....	18
Gambar 7. Prinsip Kerja Spektrofotometri UV-Vis .....	20
Gambar 8. Reaksi senyawa flavonoid dengan NaOH .....	44
Gambar 9. Reaksi senyawa fenolik dengan FeCl <sub>3</sub> .....	45
Gambar 10. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Wagner .....	47
Gambar 11. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Dragendorff .....	47
Gambar 12. Mekanisme Pendekatan Green Synthesis Pembentukan AuNPs....	49
Gambar 13. Hasil KLT pada a. cahaya tampak, b. UV 366 nm, c. UV 254 nm ekstrak, asam galat dan formula terbaik nanopartikel emas -ekstrak untuk deteksi senyawa polifenol .....	51
Gambar 14. Reaksi senyawa fenol dengan pereaksi Folin-Ciocalteu .....	53
Gambar 15. Grafik pengukuran OT( <i>operating time</i> ) asam galat .....	54
Gambar 16. Kurva kalibrasi standar asam galat .....	55
Gambar 17. Reaksi asam galat dengan senyawa <i>molybdenum</i> dari reagen Folin-Ciocalteu.....	56
Gambar 18. Reaksi peredaman radikal DPPH menjadi DPPH-H oleh Larutan Uji .....	64
Gambar 19. Grafik penentuan waktu pengoperasian atau <i>operating time</i> .....	65
Gambar 20. Mekanisme reaksi peredaman DPPH oleh Logam Au .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Umum .....	84
Lampiran 2. Skema Preparasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	85
Lampiran 3. Skema Kerja Preparasi Bahan .....	86
Lampiran 4. Formulas i Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	87
Lampiran 5. Hasil Analisis Kandungan Fitokimia Ekstrak Kunyit Putih .....	88
Lampiran 6. Pengujian Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	90
Lampiran 7. Hasil Determinasi Tanaman Kunyit Putih ( <i>Curcuma zedoaria</i> ).....	91
Lampiran 8. Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang kunyit Putih.....	92
Lampiran 9. Purifikasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	93
Lampiran 10. Skema Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi .....	94
Lampiran 11. Analisis Data Statistik Persen EE Formula Terbaik .....	95
Lampiran 12. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin .....	96
Lampiran 13. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Asam Galat.....	97
Lampiran 14. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum DPPH .....	98
Lampiran 15. Pengukuran Kadar Fenolik Total Ekstrak Rimpang Kunyit Putih.....	99
Lampiran 16. Penentuan Persen EE Nanopartikel Emas Eksrak Rimpang Kunyit Putih .....	101
Lampiran 17. Perhitungan Perbandingan Fenolik dalam Ekstrak dan Formula Terbaik Nanopartikel .....	104
Lampiran 18. Pengukuran Distribusi Ukuran Partikel dan Zeta Potensial .....	106
Lampiran 19. Data Hasil Pengukuran PSA (Ukuran, PDI, dan Zeta Potensial Nanopartikel Emas- Ekstrak Rimpang Kunyit Putih)..	108
Lampiran 20. Tabel % Inhibisi Pembanding Kuersetin, Ekstrak rimpang kunyit putih, Formula Optimum nanopartikel emas-ekstrak .....	109
Lampiran 21. Perhitungan Nilai IC <sub>50</sub> Kuersetin, Ekstrak Rimpang Kunyit Putih, Formula Terbaik Nanopartikel Emas-Ekstrak .....	111
Lampiran 22. Pengukuran pH dan Stabilitas Fisik(Organoleptis) Formula Terbaik Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	112
Lampiran 23. Dokumentasi Penelitian .....	115

## DAFTAR SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis Of Variance</i>
CV	: <i>Coefficient of Variation</i>
DLS	: <i>Dynamic Light Scattering</i>
EE	: Efisiensi Enkapsulasi
IC <sub>50</sub>	: <i>Inhibition Concentration 50</i>
KLT	: Kromatografi Lapis Tipis
LSD	: <i>Least Significant Difference</i>
Nm	: Nano Meter
P.A	: <i>Pro Analysis</i>
PDI	: <i>Poly Dispersity Index</i>
pH	: <i>Potential of Hydrogen</i>
PSA	: <i>Particle Size Analyzer</i>
P-value	: <i>Probability Value</i>
R	: Regresi
SD	: <i>Standard Deviation</i>
Sig	: Signifikansi
SPSS®	: <i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
UV-Vis	: <i>Ultraviolet-Visible</i>
°C	: Derajat Celcius

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Nanoteknologi merupakan kajian ilmu dan rekayasa material dalam skala nanometer. Salah satu aspek penting nanoteknologi adalah nanopartikel, nanopartikel merupakan suatu partikel berukuran 1-100 nm. Nanopartikel memiliki beberapa keuntungan yaitu menjaga obat dari degradasi, *targeting* obat ke sisi aksi, organ atau jaringan spesifik serta mengantarkan molekul biologis seperti protein, peptida dan oligonukleotida (Pathak *et al.*, 2007). Pemanfaatan nanopartikel emas telah banyak digunakan dalam berbagai bidang kedokteran seperti *drug delivery*, pengembangan strategi antibakteri, deteksi DNA, antikanker dan antimikroba.

Nanopartikel emas memiliki sifat stabil, proses reduksinya cepat, penggeraan sederhana, ramah lingkungan (Nima dan Ganesan, 2015) selain itu memiliki toksitas yang rendah dan dapat digunakan sebagai pengatur pelepasan obat dalam tubuh. Emas memiliki aktivitas antioksidan untuk menangkal radikal bebas dengan menghambat kerusakan oksidatif DNA, protein dan lipid melalui mekanisme sebagai radikal *scavenger* (Esumi *et al.*, 2004).

Karakteristik nanopartikel emas sangat dipengaruhi oleh metode sintesis (Wang, 2009). Nanopartikel emas dapat disintesis dengan metode fisika, metode kimia dan biologi. Metode kimia yang telah dilakukan dalam emas diantaranya reduksi kimia, sonokimia, dan fotokimia (Chou dan Yu, 2008). Sintesis menggunakan metode fisika dan kimia memiliki keunggulan menghasilkan

partikel yang murni akan tetapi metode tersebut mahal serta tidak ramah lingkungan. Sehingga dipilih metode biologi (*green synthesis*) yang dapat dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme, enzim, dan ekstrak tanaman (Song, 2009). Metode *green synthesis* dilakukan dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai agen pereduksi dan penstabil dalam sintesis nanopartikel (Mittal *et al.*, 2013). Metode ini memiliki keunggulan ramah lingkungan karena mampu meminimalisir penggunaan bahan anorganik yang berbahaya (Feldheim dan Foss, 2002) selain itu metode ini relatif mudah dan hemat biaya, cepat dalam pengerjaannya, reagen yang tidak toksik, aman untuk manusia dan lingkungan (Mittal *et al.*, 2013).

Sintesis nanopartikel emas menggunakan tumbuhan terbentuk melalui reaksi reduksi oksidasi  $\text{Au}^{3+}$  yang terdapat dalam larutan dengan senyawa metabolit sekunder tumbuhan (Rakhi *et al.*, 2012). Pemanfaatan tumbuhan sebagai bioreduktor dalam metode *green synthesis* nanopartikel berkaitan dengan senyawa metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antioksidan (Handayani *et al.*, 2010). Berdasarkan penelitian (Melannisa *et al.*, 2011) ekstrak etanol *Curcuma zedoaria* memiliki kandungan fenolik total (GAE) 35,39 mg/g dan  $\text{IC}_{50}$  170,78  $\mu\text{g}/\text{ml}$ . Hal ini menunjukan kadar fenolik total dan aktivitas peredam radikal bebas ekstrak etanol *Curcuma zedoaria* cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel emas.

Penelitian ini meneliti tentang preparasi dan karakterisasi nanopartikel emas ekstrak kunyit putih dengan variasi konsentrasi ekstrak menggunakan metode *green synthesis*. Penelitian ini akan dibuat tiga formulasi nanopartikel emas dengan variasi konsentrasi pada ekstrak 10 mg, 30 mg, dan 90 mg. hal ini

dikarenakan perbedaan konsentrasi akan berpengaruh pada konsentrasi agen pereduksi (Mittal *et al.*, 2013).

Sehingga dapat diketahui konsentrasi ekstrak yang menghasilkan nanopartikel yang terbaik. Formula optimum diperoleh dari hasil perhitungan persen efisiensi enkapsulasi. Evaluasi stabilitas fisik menggunakan metode *heating cooling* untuk mengamati kestabilan dari formulasi optimum yang dilakukan. Karakterisasi diameter dan keseragaman ukuran dilakukan untuk dapat mengetahui nilai PDI (*polydispersity index*) yang dihasilkan. Kestabilan dari partikel yang dihasilkan dapat diketahui dengan penentuan nilai zeta potensial (Mardliyati *et al.*, 2012). Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH untuk mengetahui seberapa besar kekuatan antioksidan nanopartikel emas yang telah dikombinasikan dengan ekstrak kunyit putih sebagai agen bioreduktor.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Berapa konsentrasi optimal ekstrak kunyit putih *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) yang dibutuhkan untuk memperoleh formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih?
2. Berapa nilai % EE, *poly dispersity index* (PDI), dan zeta potensial dari nanopartikel emas ekstrak kunyit putih pada formula optimum yang dihasilkan?
3. Bagaimana stabilitas fisika formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) yang dihasilkan?

4. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran uji antioksidan ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dengan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disajikan, maka tujuan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mengetahui konsentrasi optimal ekstrak kunyit putih *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) yang dibutuhkan untuk memperoleh formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih.
2. Mengetahui nilai %EE, *poly dispersity index* (PDI), dan zeta potensial dari nanopartikel emas ekstrak kunyit putih pada formula optimum yang dihasilkan.
3. Mengetahui stabilitas fisika formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) yang dihasilkan.
4. Mengetahui perbandingan hasil pengukuran uji antioksidan ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dengan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu mengetahui hasil karakterisasi nanopartikel emas seperti ukuran partikel, zeta potensial, PDI (*Poly Dispersity Index*) dan hasil stabilitas fisik formula optimum yang dapat digunakan sebagai acuan dalam preparasi sediaan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) serta formula optimum ekstrak kunyit putih diharapkan dapat menjadi acuan produksi nanopartikel emas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, B. & Susanti, R. 2012, *Analisis Senyawa Fenolik*, Universitas Diponegoro Press, Semarang, Indonesia.
- Amelinda, E., I, W.R.W., dan Luh, P.T.D. 2018, Pengaruh Waktu Maserasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*), *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, **7(4)**: 166.
- Arora, A. 2005, *Text Book of Inorganic Chemistry*, Arora Offset Press. Cotton, F., New Delhi, India.
- Astarina, N.W.G., Astuti, K.W., & Warditiani, N.K. 2013, Skirining fitokimia ekstrak metanol rimpang bangle (*Zingiber purpureum Roxb.*), *Artik Pub.*, 1-7.
- Baraja, M. 2008, Uji Toksisitas Ekstrak Daun *Ficus elastica* Nois ex Blume Terhadap Artenia Salina Leach dan Profil Kromatografi lapis Tipis, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.
- Berne, B.J., & Pecora, R. 2000, *Dynamic light scattering: With application to chemistry, biology and physic*, Dover Publications, New York, USA.
- Berners-Price, S.J. 2011, Gold-Based Therapeutic Agents: A New Perspective, In Enzi Alessio (Ed), *Bionorganic Medicinal Chemistry* (pp. 197-222). Wilwy-VCH Verlag GmbH, Weinheim.
- Buanasari, S. 2016, Uji Aktivitas Antioksidan Dan Sitotoksik Serta Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Aktif Daun Kopi Robusta (*Coffea Canephora*), *Skripsi*, S.Farm, Jurusan Farmasi, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia.
- Bustan, M.D., Febriyani , R. & Pakpahan, H. 2008, Pengaruh waktu ekstraksi dan ukuran partikel terhadap berat oleoresin jahe yang diperoleh dalam berbagai jumlah pelarut, *Jurnal Teknik Kimia*, **15**: 16-26.
- Chou, K.S., dan Yu, L. 2008, *High-Concentration Nanoscale Silver Colloidal Solution and Preparing Process Thereof*, Patient Application Publication, US.
- Cotton, F., Albert., Wilkinson, G. 1989, *Kimia Anorganik Dasar*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Depkes RI (Departemen Kesehatan Republik Indonesia). 1989, *Materi medika Indonesia*, edisi ke-5, Direktorat Jendral POM, Jakarta, Indonesia.

- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995, *Farmakope Indonesia*, edisi ke-4, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1997, *Farmakope Indonesia*, edisi 3. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan RI. 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2008, *Farmakope Herbal Indonesia*, Edisi 1, Departemen Kesehatan RI, Jakarta, Indonesia.
- Dewick, P.M. 2002, *Medicinal Natural Product : A Byosynthetic Approach*, John Wiley and Sons, Ltd, England.
- Dhakar, R.C., Maurya, S.D., Saluja, V. 2012, From Formulation Variables to Drug Entrapment Efficiency of Microspheres: a technical review, *Journal of Drug Delivery & Therapeutics*, **2(6)**: 128-133.
- Efiana, N.A., Akhmad, K.N., dan Ronny, M. 2013, Formulasi Nanopartikel Losartan dengan Pembawa Kitosan, *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, **11(1)**: 7-12.
- Erawati. 2012, Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun *Garciniadaedalanthera Pierre* Dengan Metode DPPH (1,1-Difenil Pikrhidrazil) Dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Paling Aktif. *Skripsi*. Program Sarjana Ekstensi Farmasi Fakultas MIPA Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Esumi, K., Haudatsu, H., dan Yoshimura T. 2004, Antioxidant Action by Gold PAMAM Dendrimer Nanocomposites. *Langmuir*, **(20)**:2536-2538.
- Farnsworth, R. Norman. 1996, Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Jurnal of Pharmaceutical Science*, col. 55.no. 3, hh. 243-268.
- Feldheim, D.L., and Foss, C.A Jr. 2002, *Metal nanoparticles; Synthesis, characterization and Applications*, Marcel Dekker Inc, Switzerland.
- Flach, M., dan Rumawas, F. 1996, Plant Resources of South East Asia, Backhuys Publisher, London.
- Floridha, F dan Pristiya A.N. 2016, Nanoteknologi Di Bidang Kesehatan, UB Press, Malang, Indonesia.
- Fried, B., dan Sherma, J. 1994, *Thin Layer Chromatography Techniques and Application*, 3nd edition, Revise and Expedited, Marcel Dekker Inc, New York.

- Gandjar, I.G. 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta, Indonesia.
- Gandjar, I.G., & Rohman, A. 2007, *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta, Indonesia.
- Ginting, S., A. 2017, ‘Preparasi dan karakterisasi submikro partikel poly-(lactic-co-glycolic acid) ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta crantz*) dengan stabilizer polyvinyl alcohol dan variasi waktu sonikasi’, Skripsi, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia.
- Gomez-Curet, I. 2012, *Nanoparticle fabrication and characterization for biomedical research applications*, Thermo Scientific Nanodrop Product, USA.
- Green, R.J. 2004, *Antioxidant Activity of Peanut Plant Tissues*, Thesis. North Careline State University: Department of Food Science, Raleigh, USA.
- Gurav, S.N., Deskar, V., Gulkari, N., Duragkar, A. & Patil. 2007, *Free Radical Scavenging Activity of Polygala Chinensis Linn. Pharmacologylive*, **2**: 245-253.
- Haci, I.A.E., Didi, A., Bekkara, F.A. & Gherib, M. 2009, In vitro antioxidant activity and total phenolic contents in methanol crude extracts from the algerian medicinal plant *Limoniastrum feef*, *Sci Study and Res*, **10(4)**: 329 – 336.
- Halliwell, B. 2007, Dietary polyphenols: good, bad, or indifferent for your health, *J.Cardiovascular Research*, **73**:341-347.
- Handayani, W., Imawan C.B., dan Purbaningsih, S. 2010, *Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan Sebagai Agen Pereduksi untuk Biosintesis Nanopartikel Perak*, Seminar Nasional Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Harborne, J.B. 1987, *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Penerbit ITB, Bandung, Indonesia.
- Harmita, A.P.T. 2006, *Analisis fisikokimia*, UI Press, Jakarta, Indonesia.
- Himaja, M., Ranjitha, A., Ramana, M.V., Anand, M., dan Asif, K. 2010, Phytochemical Screening And Antioxidant Activity of Rhizome Part of Curcuma zedoaria, *International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy*, **1(2)**: 414-417.
- Hutapea, J. R. 1993, Inventaris Tanaman Obat Indonesia (II). Departemen Kesehatan RI Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta, Indonesia.

- Jahanshahi, M. & Babaei, Z. 2008, Protein nanopartikel: a unique system as drug delivery vehicle, *J Biotechnology*, **7(25)**:4926 – 4934.
- Kristanti, & Alfinda, N. 2008, *Buku Ajar Fitokimia*, Airlangga University Press. Surabaya, Indonesia.
- Kusumawati R., Tazwir. & Wawanto A. 2008, Pengaruh rendemen dalam asam klorida terhadap kualitas gelatin tulang kakap merah (*Lutjanus* sp.), *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, **3(1)**: 63-68.
- Lanimarta, Y. 2012, ‘Pembuatan dan uji penetrasi nanopartikel kurkumin dendrimer poliamidoamin (PAMAN) generasi 4 dalam sediaan del dengan menggunakan sel difusi franz’, *Skripsi*, S.Farm, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Lee, K.I., Kim, Y.J., Lee, H.J. & Lee, C.H. 2003, cocoa has more phenolic phytochemical and higher antioxidant capacity than theas and red wine, *J. Agric. Food Chem*, **51**: 7292-7295.
- Mardiyanto. 2013, ‘investigation of nanoparticulate formulation intended for caffeine delivery into hair follicle’, *Disertasi*, Dr.rer.nat., Department of Pharmacy, Faculty of Science, Saarland University, Saarbruecken, Germany.
- Marfina, A., Cahyono, E., Mursiti, S., dan Harjono. 2019, Sintesis Nanopartikel Emas dengan Bioreduktor Minyak Atsiri Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*), *Indonesian Journal of Chemical Science* **8(2)**: 127-132.
- Mardliyati, E., Sjaikhurral, E., Damai, R.S. 2012, Sintesis Nanopartikel Kitosan-Trypolphosphate dengan Metode Gelasi Ionik: Pengaruh Konsentrasi dan Rasio Volume Terhadap Karakteristik Partikel, *Prosiding Seminar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, 90-93.
- Marliana, S.D., Suryanti, V. & Suyono. 2005, Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Lambu Siam (*Sechium edule* J) dalam Ekstrak Etanol, *3(1)*: 26-31.
- Melannisa, R., Da'i, M., Rahmi, R.T. 2011, Uji Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Dan Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Tiga Rimpang Genus Curcuma Dan Rimpang Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*), *Pharmacon*, **12(1)**: 40-43.
- Mien, D.J., Carolin, W.A. & Firhani, W.A. 2015, Penetapan kadar saponin pada ekstrak lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain varietas *S. Laurentii*) secara gravimetri, *J. Ilmu dan Tek. Kes.*, **2(2)**: 65-69.
- Miroslav, V. 2007, *Detection and identification of organic compound*, New York, Planum Publishing Corporation and SNTC Publisher of Technical Literatur, New York, USA.

- Mittal, A.K., Chisti, Y., dan Banerjee, U.C. 2013, Synthesis of Metallic Nanoparticles Using Plant Extracts, *Biotechnology Advances*, **31**: 346-356.
- Mohanraj, V.J. & Chen, Y. 2006, Nanoparticles-a review, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, **5(1)**: 561 – 573.
- Molyneux, P. 2004, The Use of Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazil (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, Songklanakarin. *Journal Science Technology*, **26(2)**: 211-219.
- Mukherjee, et al. 2005, Antiaangiogenic Properties of Gold Nanoparticles, *Clin Cancer Res*, **11**: 3530-3534.
- Musfiroh, E., dan Sri, H.S. 2012, Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas Nanopartikel Emas Dengan Berbagai Konsentrasi Sebagai Material Antiaging Dalam Kosmetik, *Journal of Chemistry*, **1(2)**: 22.
- Nadeem, M., Bilal, H.A., Muhammad, Y., Waqar, A., & Taimoor, K. 2017, A review of the green Syntheses and anti-microbial application of gold nanoparticles, *Green Chemistry Letters and Reviews*, **10(4)**: 217.
- Nima, P., dan Ganesan, V., 2015, Green Syntesis of Silver and Gold Nanoparticles Using Flower Bud Broth of *Couropita Guinensis* 8 Aublet, *Int. J. Chem TechnolResearch*, **7 (2)**: 762-768.
- Ningsih, N.Y. 2016, ‘Uji efek inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase dan penentuan fenollik total dari ekstrak etanol daun tua dan pucuk daun tanaman afrika (*Vernonia amygdalina* Del.)’, Skripsi, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalay, Indonesia.
- Nunes, P.X., Silva, S.F., Guedes, R.J. Almeida, S., Lima, J.T., Ribeiro, L.A.A., et al. 2012, Phytochemicals as nutraceuticals – global approaches to their role in nutrition and health, *Bio Oxid and Antiox Activ of Nat Prod*, **15**.
- Pathak Y., Thassu, D., dan Deleers, M. 2007, Pharmaceutical Applications of Nanoparticulate Drug-Delivery Systems. In Thassu, D., Deleers, M., dan Pathak, Y (Ed.). *Nanoparticulate Drug Delivery System* (vol.166, pp. 186-187), Informa Healthcare, New York.
- Pham, DD., Fattal, E., & Tsapis, N. 2012, Pulmonary drug delivery systems for tuberculosis treatment, *Int J Pharm*, **478**: 517-529.
- Popov, I., Weatherbee, A.S. & Vitkin, I.A. 2014, Dynamic light scattering arising from flowing brownian particles: Analytical model in optical coherence tomography conditions, *J Biomed Opt*, **19(12)**: 25 – 34.
- Poulain, N. & Nakache, E. 1998, Nanoparticlesfrom vesicles polymerization II evaluation of their encapsulationcapacity, *J Polym Sci*, **36**: 3035 – 3043.

- Prakash, D., Upadhyay, G., Singh, B. N., Dhakarey, R., Kumar, S., dan Singh, K. K., 2007, Free-radical Scavenging Activities of Himalayan Rhododendrons, *Current Science*, **92**(4):25.
- Pranata, R. 2013, Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Kloroform Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Lemairei Britton dan Rose*) Menggunakan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-Pikrihidrazil). Farmasi, Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia.
- Pratiwi, Wiwi. 2006, Penentuan Daya Inhibisi Ekstrak Air dan Etanol Temu Putih (*Curcuma zedoaria*) Terhadap Aktivitas Tirosis Kinase Secara In Vitro, Skripsi, S.Si, Jurusan Kimia. FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Prior, R.L., Wu, X. & Schaich, K. 2005, Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements, *J Agric Food Chem*, **53**: 4290 – 4302.
- Rabinovich, G.L., Couvreur, P., Lambert, G., Goldstein, D., Benita, D. & Dubernet, C. 2004, Extensive surface studies help to analyze zeta potential data: The case of cationic emulsions, *Chem Phys Lipid*, **131**: 1-13.
- Rachmawati, H., Reker-Smit, C., Hooge, M.N.L., Loenen-Weemaes, A.M.V., Poelstra, K., Beljaars, L. 2007, Chemical Modification of Interleukin-10 with Mannose 6-Phosphate Groups Yield a Liver-Selective Cytokine. DMD, **35**: 814-821.
- Radji, M., 2010, *Buku Ajar Mikrobiologi : Panduan Mahasiswa Farmasi& Kedokteran*, 125, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Rahmawati, N., Arnon, F. & Wachyuni. 2013, Kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan ekstrak daun gambir kering (*Uncaria gambir* (hunter) Roxb), *J Ind Che Acta*, **4**(1).
- Rahma, D.E. 2019, Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) Dengan Irradiasi Microwave, Skripsi, S.Si, Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Indonesia.
- Rakhi, M, dsn Gopsl, B.B. 2012, Terminalia Arjuna Bark Extract Mediated Size Controlled Synthesis of Polyshaped Gold Nanoparticles and Its Application in Catalysis. Int.JRes,Chem. Environ, **2**(4): 338-342.
- Rakhmaningtyas, A.W. 2012, ‘Preparasi dan karakterisasi nanopartikel sambung silang kitosan-natrium tripolifosfat dalam sediaan film bukal verapamil hidroklorida’, Skripsi, S.Farm, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Reynertson, K. A., Basile, M. J., Kennelly, E. J., 2005, Antioxidant Potential of Seven Myrtaceae Fruits, *Ethnobotany Research & Application*, **3**: 25-35.

- Rivai, H., Septika, R. & Boestari, A. 2013, Karakterisasi herba meniran (*Phylanthus niruri* Linn.) dengan analisa fluoresensi, *Jurnal Farmasi Higea*, **5(2)**: 15-2.
- Robinson, T. 1995, *Kandungan organik tumbuhan obat tinggi*, edisi ke-VI, diterjemahkan oleh Kokasih Padmawinata, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- Rohmatussolihat. 2009, Antioksidan, Penyelamat sel-sel tubuh manusia, *Biotrends*, **4(1)**: 5-7.
- Rorong, J.A. & Suryanto, E. 2010, Analisis fitokimia enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan efeknya sebagai agen photoreduksi Fe<sup>3+</sup>, *Chem prog*, **3**: 33 – 41.
- Saifudin, Azis, Viessa, R. & Hilwan, Y.T. 2011, *Standarisasi bahan obat alam*, Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Sangi, M., Runtuwene, M.R.J., Simbala, H.E.I., & Makang, V.M.A. 2008, Analisis fitokimia tumbuhan obat di kabupaten minahasa utara, *Chem. Prog.*, **1(1)**: 47-53
- Sangi, M.S., Momuat, L.I. & Kumaunang, M. 2012, Uji toksitas dan skirining fitokimia tepung gabah pelepas aren (*Arenga pinnata*), *J. Ilmiah S*, **12**: 128-134.
- Sastrohamidjojo, S. 2007, *Dasar-dasarspektrosfotokopi*, edisi ke-2, Liberty, Yogyakarta, Indonesia.
- Schirmer, J. 1982. Ionization energies of some molecules found in interstellar clouds calculated by a green's function method, *Journal of electron Spectroscopy and Related Phenomena*, **28(1)**: 45 – 78.
- Septianingsih, D. 2010, *Isolasi dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Biji Buah Merah (Pandanus conoideus Lamk.)*, Skripsi Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.
- Sharma, N., Singh, N.K., Singh, O.P., Pandey, V., dan Verma, P.K. 2011, Oxidative Stress and Antioxidant Status During Transition Period In Dairy Cows, *Asian-Aust Journal of Animal Science*, **24(4)**: 479-484.
- Shur, M.S. & Zuskauskas, A. 2003, *UV Solid-State Light Emitters and Detectors*, Kluwer Academic Publishers, Nedherlands.
- Siadi, K., 2012, Ekstrak bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) sebagai biopestisida yang efektif dengan penambahan larutan NaCl, *J.MIPA*, **35(2)**: 77-83.

- Singleton, V.L. & Rossi, J.A. 1965, *Colorimetry of Total Phenolic with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagent*, Amer. J. Enol. Viticult, **16**: 144-158.
- Skoog, D. A., & West, D. M., 1971, Principles of instrumental analysis, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Soebagio.2003, Kimia Analitik II, Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia.
- Song, J.Y., Jang, H.K., Kim, B.S. 2009, Biological Synthesis of Gold Nanoparticle Composites Using Magnolia Kobus and Diopyros Kaki Leaf Extract. *Process Biochemistry*, **44**: 1133-1138.
- Sudarmaji, Singleton, G.R., Herawati, N., Djatiharti, A., dan Rahmini. 2003, Farmers Perceptions and Practices in Rat Management In West Java, Indonesia. In: Singleton, G.R., Hinds, L.A., Krebs, C.J., dan Spratt, D.M. (Eds). Rats, Mice and People: Rodent Biology and Management. ACIAR, Canberra, p, 389-394.
- Suharto, M.A.P., Edy, H.J. & Dumanauw, J.M. 2012, Isolasi dan Identifikasi senyawa saponin dari ekstrak metanol batang pisang ambon (*Musa paradisiaca var. Sapientum L.*), *J. Ilm. dan Tek. Kes.*, 86-92.
- Susanty, E. 2014, Skrining fitokimia ekstrak etanol daun gatal (*Laportea decumana* (Roxb.) Wedd), *Pharmacy*, **11(1)**: 98-107.
- Syehla, G. 1990, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, Penerbit Buku PT Kalman, Media Pustaka, Jakarta, Indonesia.
- Syu, H.-H, dan Gutzler, D. 1995, Seasonal and Interannual Variability in a Hybrid Coupled GCM. *J. Climate*, **8**: 2121-2143.
- Syu, W.J., Shen CC, Don MJ, Ou JC, Lee GH, Sun CM. 1998, Cytotoxicity of Curcuminoids and Some Novel Compounds From *Curcuma zedoaria* journal of Natural Product, **61(12)**: 1532-1534.
- Thangaraj, P. 2016, *Pharmacological Assays of Plant-Based Natural Products*, Springer International Publishing, Switzerland, pp: 58-61.
- Tjay, T.H., & Rahardja, K. 2002, *Obat-obat Penting* : Khasiat, Penggunaan, dan Efek-Efek Sampingnya, Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta, Indonesia.
- Tutorvista. 2017, *Brownian Motion*, diakses pada tanggal 10 Juni 2019.
- Vaughn, J.M. & William, R.O. 2007, *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology Third Edition Volume I*, Informa Healthcare, New York, USA.

- Vaya. J., dan Aviram, M., 2001, Nutritional Antioxidants, Mechanisms of Action, Analyses of Activities and Medical Applications, *Curr. Med. Chem. Imm, Endoc. and Metab, Agents*, **1(1)**.
- Vladisavljevic, G.T. & Holdich, R.G., 2012. *Encapsulation*, Encyclopedia of Membranes, Springer Reference, Article ID: 309964.
- Wagner, H. & Bland, S. 1996, *Plant drug analysis: A thin layer chromatography atlas*, 2<sup>nd</sup> edition, Springer, Berlin, Jerman.
- Wang, Y., Pfeffer, R. and Dave, R. 2005, Polymer Encapsulation of Fine Particles by a Supercritical Antisolvent Process, *AIChE*, **51(2)**.
- Wang, Y. 2009. Barbated Skullcup Herb Extract- Mediated Biosynthesis of Gold Nanoparticles and Its Primary Application in Electrochemistry. *Colloids and Surface B: Biointerfaces*, **73**: 75-79.
- Wardana, Andia, P., Arwanda, R., Nabila S., & Tukiran. 2015, Uji Skrining Fitokimia ekstrak Metanol Tumbuhan Gowok (*Syzygium polychepalum*). Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa, Hal C143-C147.
- Waris, G. &Ahsan, H. 2006, Reactive oxygen species: Role in the development of cancer and various chronic conditions, *Journal of Carcinog*, **5(4)**:1 – 8.
- Winarsi, H. 2007, *Antioksidan alami dan radikal bebas*,edisi ke-1, Kanisius, Yogyakarta, Indonesia.
- Windono, T. 2001, Uji Peredam Radikal Bebas Terhadap 1,1-Diphenyl-2-picrylhidrazil (DPPH) dari Ekstrak Kulit Buah dan Biji Anggur (*vitis vinifera*) Probolinggo biru dan Bali, **1(1)**, Fakultas Farmasi UNAIR, Surabaya.
- Windono, T dan Parfati, N. 2002, *Curcuma zedoaria* (Bergius) Roscoe: Kajian Pustaka dan Aktivitas Farmakologik. *Artocarpus*, **2(1)**: 1-10.
- Yih, T.C. & Fandi, M. 2006, Engineered nanoparticles as precise drug delivery system, *J. Cellular Biochemistry*, **97**: 1184 – 1190.
- Yuan, Y., Gao, Y., Zhao, J., & Mao, L. 2008, Characterization and stability evaluation of  $\beta$ -carotene nanoemulsions prepared by high pressure homogenization under various emulsifying conditions, *Food Res Int*, **41**: 61-68.
- Yulianti, D., Susilo, B. & Yulianingsih, R. 2014, Pengaruh lama ekstraksi dan konsentrasi pelarut etanol terhadap sifat fisika-kimia ekstrak daun stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni M.) dengan metode *microwave assisted extraction* (MAE), *Jurnal bioproses kmoditas tropis* , **2(1)**.

