

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EMAS  
EKSTRAK KUNYIT PUTIH (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe)  
DENGAN VARIASI KONSENTRASI LARUTAN ASAM  
KLOROAURAT (HAuCl<sub>4</sub>)**

**SKRIPSI**



**Oleh :**  
**ZELLA PEBRIANI**  
**08061181621096**

**PROGRAM STUDI 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  
LARUTAN ASAM KLOROAUURAT (HAuCl<sub>4</sub>)

Nama Mahasiswa : ZELLA PEBRIANI

NIM : 08061181621096

Jurusan : FARMASI

Telah dipertahankan dihadapan 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, 13 Maret 2020

Pembimbing:

1. Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt. (.....)  
NIP. 197103101998021002
2. Indah Solihah, M.Sc., Apt. (.....)  
NIP. 198803082014082201

Pembahas :

1. Fitrya, M.Si., Apt. (.....)  
NIP. 197212101999032001
2. Annisa Amriani S.M.Farm., Apt. (.....)  
NIP. 198412292014082201
3. Dr. Nirwan Syarif, M.Si. (.....)  
NIP. 197010011999031003

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas MIPA, UNSRI

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 LARUTAN ASAM KLOROAURAT (HAuCl<sub>4</sub>)

Nama Mahasiswa : ZELLA PEBRIANI

NIM : 08061181621096

Jurusan : FARMASI

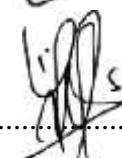
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi di Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Mei 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Inderalaya, 20 Mei 2020

Ketua :

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

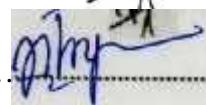
(.....  .....



Anggota :

1. Indah Solihah, M.Sc., Apt.  
NIP. 198803082019032015  
2. Fitrya, M.Si., Apt.  
NIP. 197212101999032001  
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

## **HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Zella Pebriani  
NIM : 08061181621096  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam/Farmasi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini 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.

Inderalaya, Juni 2020  
Penulis,

Zella Pebriani  
NIM.08061181621096

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Zella Pebriani  
NIM : 08061181621096  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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 dengan Variasi Konsentrasi Larutan Tetrakloroaurat (HauCl<sub>4</sub>)” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/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.

Inderalaya, Juni 2020  
Penulis,

Zella Pebriani  
NIM.08061181621096

## **HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO**

**بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ**

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

**Skripsi ini saya persembahkan kepada Almh Mama, Papa, Mama, Adik Tercinta, Keluarga Besar, Dosen, Almamater, Sahabat, serta Para Pejuang Ilmu Pengetahuan.**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*

**(Qs. Al Baqarah: 286)**

*“Maka nikmat Tuhan-Mu yang manakah yang kamu dustakan?”*

**(Qs. Ar-Rahman: 55)**

*“Sebaik-baik manusia adalah manusia yang paling bermanfaat bagi manusia lain”*

**(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)**

### **Motto:**

Dare To Dream! Then, God Will Embrace Ur Dream.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa Ta‘ala karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang Kunyit Putih dengan Variasi Konsentrasi Larutan Tetrakloroaurat ( $\text{HauCl}_4$ )” Shalawat teriring salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad Shallallahu‘alaihi Wasallam. Penyusunan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.) pada Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah Subhanahu wa ta’ala, berkat kehendak dan izin-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ketiga orang tua penulis, (Almh) Mama Zulima Hartati, Papa Lefran Eska dan Mama Meliana tersayang, adikku Gita Febrianti, Alif Fabliano dan Aqila Fabiola, terimakasih atas seluruh cinta tanpa tali dan spasi, jasa, materi, waktu, doa, semangat, kasih sayang, dukungan, serta nasihat yang selalu diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
3. Partner dari segala partner, Gita Febrianti. Terimakasih atas seluruh pengorbanan dan selalu bersama penulis dari awal mulai sampai skripsi ini selesai.
4. Rektor Universitas Sriwijaya, Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta Ketua Jurusan Farmasi yang telah menyediakan sarana dan prasana selama perkuliahan dan penelitian hingga selesai.
5. Bapak Dr.rer.nat. Mardiyanto, M.Si., Apt., selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan ilmu, semangat, motivasi, kepercayaan, doa, saran dan nasihat kepada penulis sejak awal perkuliahan, sehingga penyusunan skripsi ini selesai dan Ibu Indah Solihah, M.Sc., Apt selaku dosen pembimbing kedua atas seluruh ilmu, bantuan, semangat, motivasi, kepercayaan, doa, saran dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

6. Ibu Fitrya, M. Si., Apt selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberi arahan, motivasi, dan semangat dari awal masa perkuliahan sampai penulis menyelesaikan skripsi ini.
7. Ibu Fitrya, M.Si., Apt., Annisa Amriani, S. M.Farm., Apt., dan Dina Permata Wijaya, M.Si., Apt selaku dosen penguji dan pembahas atas masukan dan saran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh dosen Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, atas semua ilmu, saran dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis sejak awal perkuliahan dan selama penyusunan skripsi ini.
9. Segenap staf (Kak Ria dan Kak Adi) dan analis laboratorium Jurusan Farmasi (Kak Hartawan, (Almh) Kak Putri, Kak Isti, Kak Fitri dan Kak Erwin) atas segala bantuan, dukungan, semangat, dan doa yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, hingga penyusunan skripsi ini selesai.
10. Para *another serotoniniku* Intan Putri Utami; Dinda Mawar Safitri; Yeni Apriyani; Serli Indah Sari; Reyna Anggia Putri; Divi Fardah; Dhea Laraswati; Dean Maharani Savira Oliva; Reza Kintan Prameswari; Anisa Dhea Safera; Yulistri Karnila, dan Tesya Septiani. Terimakasih wahai para pelipur lara, pengobat hati, penghibur lirih dan penyembuh luka penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Para squad Pantang Ditantang ku, Banci, Yeye, Tetew, Deak, Kintun, Payer, Hardi Kurnia Putra, Virgiawan Leo Putra, Taufiqurrahman, Jody Adjie Pangestu, dan Ari Putra, terimakasih karena selalu berada dalam frekuensi yang sama dengan penulis dari awal hingga akhir.
12. Teman seperjuangan tugas akhir, satu tim bimbingan, penelitian dan revisian. Tim anak emas, seper-*nanogold*-anku, Sacharum Noor Zhafiroh dan Rhima Melati atas segala kesabaran, bantuan, saran dan nasihat yang telah diberikan kepada penulis dari awal penggerjaan proposal, penelitian, seminarhasil, hingga penyusunan skripsi ini selesai. *Be Sparkling in Everywhere gurls!*
13. Partner Tim Tigasetengahku, Rafidha Aisyah, Metanoia Simarmata, Amallia Rachmasari, Muflihah Amelia, Sacharum Noor Zhafiroh, Rhima Melati, dan Dinar Syafina, terimakasih telah memberikan wejangan, semangat, motivasi kepada penulis dari awal masa perkuliahan sampai skripsi ini selesai.

- 14.Para Staff VDMI dan *rangers* VDMI Regional Padang, yang telah memberi ruang, ilmu, dan pengalaman yang berharganya.
15. Ibu Wiji Rahayu dan PT DKSH Indonesia atas ilmu, kesempatan, waktu, dan jasa untuk membantu penelitian penulis.
- 16.Teman-teman FORMAT A.14, kost PIM (Ricky Pratama, Ridwan Azhari, Sari Arifin, Refly Yanto, dll) dan adik asuh Mutiara Fatmalillah yang telah memberi semangat dan doa kepada penulis dari zaman laporan praktikum sampai skripsi.
17. Keluarga Besar H. Basori, H. Sopyan Sori, dan M. Sobli terimakasih atas doa, nasihat, saran, dan materi yang telah kalian berikan kepada penulis dari awal mulai perkuliahan sampai penulis menyelesaikan skripsi.
18. Teman-teman seperjuangan kuliah Farmasi Angkatan 2016 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan yang telah diberikan selama perkuliahan, penelitian, hingga skripsi ini selesai.
19. Kakak-kakak Farmasi 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 dan adik-adik 2017, 2018 dan 2019 semoga sukses selalu.
20. Seluruh pihak yang telah banyak terlibat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan. Penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Hanya kepada Allah SWT penulis menyerahkan segalanya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan seluruh pembaca.

Inderalaya, Juni 2020  
Penulis,

Zella Pebriani  
NIM.08061181621096

## ABSTRAK

Nanopartikel emas telah berhasil disintesis menggunakan metode *green synthesis*. Metode *green synthesis* adalah suatu cara pembuatan nanopartikel dengan memanfaatkan tumbuhan rimpang kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) sebagai bioreduktor untuk mereduksi emas  $\text{Au}^{3+}$  menjadi  $\text{Au}^0$ . Ekstrak rimpang kunyit putih memiliki kadar fenolik total sebesar  $64,1025 \pm 1,234$  mg/GAE. Komponen nanopartikel emas terdiri dari ekstrak 30 mg, dan larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ) dengan variasi konsentrasi yaitu 0,25 mM, 1 mM, dan 2 mM Karakterisasi dari hasil penelitian ini dilakukan pengamatan perubahan warna larutan secara visual, panjang gelombang pada spektrofotometer UV-Vis, penentuan %EE, karakterisasi partikel berupa ukuran dan distribusi partikel, zeta potensial, aktivitas antioksidan, dan uji stabilitas dari nanopartikel emas ekstrak rimpang kunyit putih. Hasil yang didapat pada pengamatan secara visual, observasi panjang gelombang pada spektrofotometerUV-Vis, formula II (1 mM) sebagai konsentrasi optimum dalam pembuatan nanopartikel emas dengan ekstrak 30 mg sebagai bioreduktor dan agen penstabil. Formula optimum memiliki panjang gelombang 535 nm, dan nilai persen efisiensi enkapsulasi sebesar  $90,44\% \pm 0,0923$  dengan karakteristik ukuran partikel 55,2 nm; nilai PDI 0,341 dan nilai zeta potensial sebesar -20,4 mV. Nilai  $\text{IC}_{50}$  dari kuersetin, ekstrak rimpang kunyit putih, nanopartikel emas tanpa ekstrak, dan formula optimum yaitu masing-masing sebesar 12,310  $\mu\text{g/mL}$ ; 16,2685  $\mu\text{g/mL}$ ; 30,1682  $\mu\text{g/mL}$ , dan 25,2426  $\mu\text{g/mL}$  yang termasuk ke dalam kategori antioksidan yang sangat kuat.

**Kata kunci:** Nanopartikel emas, ekstrak rimpang kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe), *Green synthesis*, Bioreduktor, antioksidan.

## ABSTRACT

Gold nanoparticles have been successfully synthesized using the green synthesis method. Green synthesis method is a way of making nanoparticles by utilizing white turmeric (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) as a bioreductor to reduce  $\text{Au}^{3+}$  to  $\text{Au}^0$ . White turmeric rhizome extract has a total phenolic of  $64.1025 \pm 1.234$  mg/GAE. The components of gold nanoparticles consisted of extracts of 30 mg, and a solution of acid tetrachloroauric ( $\text{HAuCl}_4$ ) with concentrations variation of 0.25 mM, 1 mM, and 2 mM, and observed changes in the color of the solution, wavelength, %EE value, characterization of particle size, PDI, zeta potential, antioxidant activity, and stability test of gold nanoparticles extract of white turmeric. The results obtained from visual observations, wavelength observations on the UV-Vis spectrophotometer, formula II (1 mM) as the optimum concentration in the manufacture of gold nanoparticles with extracts of 30 mg as a bioreductor and stabilizing agent. The optimum formula has a wavelength of 535 nm, and has a %EE value is  $90.44\% \pm 0.0923$ . The Optimum Formula has a particle size 55.2 nm; PDI value 0.341 and potential zeta -20.4 mV.  $\text{IC}_{50}$  values of quercetin, white turmeric rhizome extract, gold nanoparticles without extracts, and optimum formulas were respectively 12,310  $\mu\text{g} / \text{mL}$ ; 16,2685  $\mu\text{g} / \text{mL}$ ; 30,1682  $\mu\text{g} / \text{mL}$ , and 25,2426  $\mu\text{g} / \text{mL}$  which are included in the category of very strong antioxidants.

**Keywords:** **Gold nanoparticles, white turmeric (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe) extract, Green synthesis, Bioreductor, antioxidant.**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN MAKALAH SEMINAR HASIL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPANTINGAN AKADEMIK .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI.....	x
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.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Nanosains dan Nanoteknologi.....	5
2.2 Nanopartikel .....	5
2.3 Nanopartikel Emas .....	6
2.4 Emas .....	9
2.5 Kunyit Putih.....	10
2.5.1 Klasifikasi .....	10
2.5.2 Morfologi .....	10
2.5.3 Kandungan Senyawa .....	11
2.6 Ekstraksi .....	11
2.7 Metode <i>Green Synthesis</i> .....	12
2.8 Karakterisasi Nanopartikel .....	14
2.8.1 Diameter dan Distribusi Ukuran Partikel .....	14
2.8.2 Zetta Potensial .....	16
2.8.3 Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE)	17
2.9 Spektrofotometri UV-Vis .....	17
2.10 Radikal Bebas .....	18
2.11 Antioksidan.....	20
2.12 Uji Aktivitas Antioksidan menggunakan Metode DPPH ( <i>2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl</i> ) .....	22
2.13 Kromatografi Lapis Tipis .....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	27
3.2 Alat dan Bahan .....	27
3.2.1 Alat .....	27
3.2.2 Bahan .....	27
3.3 Metode Penelitian.....	28

3.3.1	Pengambilan Sampel .....	28
3.3.2	Determinasi.....	28
3.3.3	Ekstraksi .....	28
3.3.4	Preparasi Larutan Ekstrak.....	28
3.3.5	Preparasi Larutan HAuCl <sub>4</sub> .....	28
3.4	Karakterisasi Ekstrak.....	29
3.4.1	Rendemen Ekstrak .....	29
3.4.2	Kadar Air .....	29
3.4.3	Susust Pengeringan.....	29
3.4.4	Kadar Sari Larut Air .....	30
3.4.5	Kadar Sari Larut Etanol .....	30
3.4.6	Kadar Abu Total .....	31
3.4.7	Bobot Jenis .....	31
3.5	Skrining Fitokimia.....	31
3.5.1	Identifikasi Alkaloid .....	31
3.5.2	Identifikasi Flavonoid dan Fenolik.....	32
3.5.3	Identifikasi Steroid dan Triterpenoid.....	32
3.5.4	Identifikasi Tanin.....	33
3.5.5	Identifikasi Saponin .....	33
3.5.6	Uji Fenolik dengan Menggunakan KLT .....	33
3.6	Uji Fenolik Total .....	34
3.6.1	Penentuan <i>Operating Time</i> .....	34
3.6.2	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	34
3.6.3	Pembuatan Kurva Baku Asam Galat .....	34
3.6.4	Pengukuran Kadar Fenolik Total.....	35
3.7	Formula Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	35
3.8	Pembuatan Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang Kunyit Putih ...	35
3.9	Analisis Spektrofotometri UV-Vis .....	36
3.10	Purifikasi Partikel .....	36
3.11	Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE).....	37
3.12	Analisis Data Hasil Uji %EE.....	37
3.13	Penentuan Karakterisasi Partikel .....	37
3.14	Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH .....	38
3.14.1	Pembuatan Larutan DPPH.....	38
3.14.2	Pembuatan Larutan Asam Galat .....	38
3.14.3	Pembuatan Larutan Uji .....	38
3.14.4	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	39
3.14.5	Penentuan <i>Operating Time</i> .....	39
3.14.6	Pengukuran Absorbansi Larutan Kontrol DPPH .....	39
3.14.7	Pengukuran Absorbansi Larutan Asam Galat dan Uji.....	39
3.14.8	Penentuan Persen <i>Inhibition Concentration</i> (%IC <sub>50</sub> ) dan IC <sub>50</sub> .....	40
3.15	Uji Stabilitas .....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	41
4.1	Preparasi Sampel .....	41
4.1.1	Preparasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	41
4.1.2	Preparasi Larutan Ekstrak.....	43
4.1.3	Preparasi Larutan HAuCl <sub>4</sub> .....	43
4.2	Karakterisasi Ekstrak.....	44

4.2.1	Rendemen Ekstrak .....	45
4.2.2	Kadar Air .....	46
4.2.3	Susust Pengeringan .....	46
4.2.4	Kadar Sari Larut Air .....	46
4.2.5	Kadar Sari Larut Etanol .....	47
4.2.6	Kadar Abu Total .....	47
4.2.7	Bobot Jenis .....	48
4.3	Skrining Fitokimia.....	48
4.3.1	Identifikasi Alkaloid .....	49
4.3.2	Identifikasi Flavonoid dan Fenolik .....	50
4.3.3	Identifikasi Steroid dan Triterpenoid.....	51
4.3.4	Identifikasi Tanin .....	51
4.3.5	Identifikasi Saponin .....	52
4.3.6	Uji Fenolik dengan Menggunakan KLT.....	52
4.4	Uji Fenolik Total .....	54
4.4.1	Penentuan <i>Operating Time</i> .....	54
4.4.2	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	55
4.4.3	Pengukuran Kadar Fenolik Total.....	56
4.5	Pembuatan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	58
4.6	Analisis Spektrofotometri UV-Vis .....	63
4.7	Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE).....	63
4.8	Penentuan Karakterisasi Partikel .....	66
4.9	Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH .....	69
4.9.1	Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	69
4.9.2	Penentuan <i>Operating Time</i> .....	70
4.9.3	Penentuan Persen <i>Inhibition Concentration</i> (%IC <sub>50</sub> ) dan IC <sub>50</sub> .....	71
4.10	Uji Stabilitas .....	74
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan.....	79
5.2	Saran .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		81
<b>LAMPIRAN</b>		87

## **DAFTAR TABEL**

Halaman

Tabel 1. Nilai Kategori Intensitas Antioksidan Berdasarkan Nilai IC <sub>50</sub> .....	35
Tabel 2. Komposisi Formula Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	45
Tabel 3. Hasil Karakterisasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih ( <i>Curcuma zedoaria</i> (Berg.) Roscoe) .....	48
Tabel 4. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Rimpang Kunyit Putih ( <i>Curcuma zedoaria</i> (Berg.) Roscoe) .....	65
Tabel 5. Hasil Perhitungan Persen EE .....	71
Tabel 6. Nilai Kategori Intensitas Antioksidan Berdasarkan Nilai IC <sub>50</sub> .....	73
Tabel 7. Hasil Aktivitas Antioksidan.....	75
Tabel 8. Hasil Uji Stabilitas Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih.....	77

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentuk-bentuk nanopartikel emas .....	7
Gambar 2. Mekanisme sintesis nanopartikel emas .....	9
Gambat 3. Tanaman Kunyit Putih .....	11
Gambar 4. Mekanisme senyawa metabolit sekunder sebagai bioreduktor dan penstabil ion logam .....	14
Gambar 5. Prinsip gerak brown .....	16
Gambar 6. Prinsip kerja alat PSA .....	17
Gambar 7. Prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis .....	19
Gambar 8. Reaksi penangkapan radikal bebas DPPH oleh antioksidan .....	25
Gambar 9. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Wagner.....	50
Gambar 10. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Dragendorff .....	50
Gambar 11. Reaksi alkaloid dengan pereaksi Mayer.....	50
Gambar 12. Reaksi senyawa flavonoid dengan senyawa NaOH .....	51
Gambar 13. Reaksi senyawa fenolik dengan $\text{FeCl}_3$ .....	51
Gambar 14. Reaksi senyawa hidrolisis saponin didalam air.....	53
Gambar 15. Hasil KLT asam galat, ekstrak, dan formula optimum .....	54
Gambar 16. Grafik <i>Operating Time</i> Asam Galat.....	55
Gambar 17 .Reaksi reagen Folin-Ciocalteu dengan senyawa fenol.....	57
Gambar 18. Mekanisme senyawa metabolit sekunder sebagai bioreduktor dan penstabil ion logam .....	60
Gambar 16. Grafik Kurva Baku Kuersetin .....	72
Gambar 20. Mekanisme peredaman radikal bebas DPPH oleh logam emas (Au) .....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Umum .....	87
Lampiran 2. Skema Kerja Pembuatan Ekstrak Rimpang Kunyit Putih ( <i>Curcuma zedoaria</i> (Berg.) Roscoe) .....	88
Lampiran 3. Skema Kerja Preparasi Bahan .....	89
Lampiran 4. Pengujian Kromatografi Lapis Tipis .....	90
Lampiran 5. Hasil Determinasi Tanaman Kunyit Putih.....	91
Lampiran 6. Perhitungan Karakterisasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	92
Lampiran 7. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Rimpang Kunyit Putih.....	95
Lampiran 8. Perhitungan KLT Asam Galat, Ekstrak, dan Formula Optimum.....	97
Lampiran 9. Logam Emas Murni PT ANTAM.....	98
Lampiran 10. Perhitungan Konsentrasi Larutan Tetrakloroaurat (Haucl <sub>4</sub> ).....	99
Lampiran 11. Pembuatan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih.....	100
Lampiran 12. Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih.....	101
Lampiran 13. Analisis Spektrofotometri UV-Vis .....	102
Lampiran 14. Pembuatan Larutan Standar Asam Galat.....	104
Lampiran 15. Penentuan Fenolik Total Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	105
Lampiran 16. Penentuan Kadar Fenolik Total Ekstrak Rimpang Kunyit Putih.	106
Lampiran 17. Penentuan Persen Efisiensi Enskapsulasi (%EE) .....	107
Lampiran 18. Analisis Data Persen EE Menggunakan SPSS® .....	108
Lampiran 19. Perhitungan Perbandingan Fenolik Dalam Ekstrak dan Formula Optimum Nanopartikel Emas .....	109
Lampiran 20. Hasil Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih (Size) .....	110
Lampiran 21. Hasil Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih (Zeta Potensial) .....	111
Lampiran 22. Pembuatan Larutan Uji Antioksidan .....	112
Lampiran 23. Perhitungan Pengujian Antioksidan .....	115
Lampiran 24. Perhitungan Persen Inhibisi dan IC <sub>50</sub> .....	116
Lampiran 25. Perhitungan Nilai IC <sub>50</sub> Kuersetin, Asam Galat, Ekstrak dan Formula Optimum .....	118
Lampiran 26. Perubaan Warna Larutan Uji Aktivitas Antioksidan .....	119
Lampiran 26. Pengujian Stabilitas Fisik Sediaan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih Menggunakan Metode <i>Heating Cooling</i> ..	120
Lampiran 26. Pengujian Stabilitas pH Sediaan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih Menggunakan Metode <i>Heating Cooling</i> ..	121

## DAFTAR SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
API	: <i>Aqua Pro Injection</i>
DLS	: <i>Dynamic Light Scattering</i>
EE	: Efisiensi enkapsulasi
kDa	: Kilo Dalton
LSD	: <i>Least Significant Difference</i>
p.a.	: <i>Pro Analysis</i>
PDI	: <i>Poly Dispersity Index</i>
pH	: <i>Potential Hydrogen</i>
pKa	: <i>Power of Constanta Acid</i>
PSA	: <i>Particle Size Analyzer</i>
R	: Koefisien Korelasi
RSD	: <i>Relative Standard Deviation</i>
SD	: <i>Standard Deviation</i>
Sig	: Signifikansi
SPSS®	: <i>Statistical Package for the Social Science</i>
UV–Vis	: <i>Ultraviolet-Visible</i>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Nanopartikel adalah salah satu bagian dari nanoteknologi yang merupakan teknik mensintesis, menciptakan, mengeksplorasi suatu materi pada skala atomik dan skala molekular yang diukur dalam ukuran nanometer (1 nanometer ialah  $10^{-9}$  meter). Nanopartikel ini sedang dikembangkan oleh para ilmuan diseluruh dunia, karena jika partikel berukuran nanometer, sifat fisika, kimia, dan bahkan biologi memiliki manfaat yang berbeda serta akan menyebabkan perubahan yang drastis. Saat ini sebagian besar peneliti berfokus pada pembuatan nanopartikel logam mulia seperti emas, perak dan platinum (Srivastava & Mukhopadhyay, 2014).

Penggunaan nanoteknologi dalam diagnosis dan pengobatan berkembang semakin pesat. Salah satunya yaitu penggunaan nanopartikel emas yang telah dikembangkan untuk berbagai terapi pengobatan dan diagnosis. Nanopartikel emas lebih efektif digunakan sebagai antioksidan, karena dipergunakan untuk menangkal radikal bebas, emas memiliki aktivitas menghambat kerusakan oksidatif DNA, protein, dan lipid melalui mekanisme sebagai radikal *scavengers* (Sastyarina *et al.*, 2017).

Emas dikenal sebagai logam yang tidak beracun bagi organisme hidup, tetapi setelah diteliti oleh para peneliti, toksitas akan terbentuk saat proses sintesis nanopartikel emas (AuNPs) dengan penambahan reduktor bahan kimia. Nanopartikel emas dapat disintesis menggunakan metode kimia diantaranya adalah reduksi kimia, fotokimia, dan sonokimia (Lu & Chou, 2008), namun produksi nanopartikel yang ramah lingkungan mulai gencar dikembangkan, dimaksudkan

untuk tidak membuat logam emas menjadi toksik. Biosintesis dengan metode reduksi dalam preparasi nanopartikel emas merupakan suatu metode dengan memanfaatkan bahan biologi sebagai agen pereduksi. Pemanfaatan tumbuhan sebagai bioreduktor menjadi alternatif dalam sintesis nanopartikel emas. Kandungan metabolit sekunder (senyawa antioksidan) dari ekstrak tanaman baik akar, batang, buah, daun, kulit maupun bunga tanaman dapat mereduksi emas yang sudah dibuat menjadi cairan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ) dalam proses sintesis melalui reaksi reduksi sederhana (Fatimah, 2016).

Tanaman kunyit putih (*Curcuma zedoaria*) memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai  $\text{IC}_{50}$  sebesar 48,33 ppm (Septiana dan Partomuan, 2015) dan juga memiliki kandungan saponin, flavanoid, polifenol, dan triterpenoid (Rita, 2010) sehingga dari kandungan tersebut kunyit putih berpotensi sebagai reduktor atau pengoksidasi emas  $\text{Au}^{3+}$  menjadi emas  $\text{Au}^0$  dalam pembuatan nanopartikel emas (Mittal *et al.*, 2013).

Metode tersebut menggunakan metode *green synthesis*. Prinsip *green synthesis* nanopartikel logam ialah dengan memanfaatkan tumbuhan atau mikroorganisme sebagai agen pereduksi (Rakhi *et al.*, 2012). Metode ini lebih ramah lingkungan karena tidak beracun. Pada metode ini, emas dibentuk menjadi partikel nano dengan direndam dalam larutan asam klorida (HCl) membentuk larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ). Ekstrak tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan digunakan sebagai agen pereduksi dan penstabil dalam pembuatan nanopartikel emas (Rao Y *et al.*, 2017).

Proses pembuatan nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih pada penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi dari larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ), sehingga akan diketahui formula yang memiliki karakteristik nanopartikel emas yang paling baik. Menurut teori semakin tinggi konsentrasi larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ) yang digunakan maka semakin banyak nanopartikel emas yang terbentuk (Amiruddin dan Taufikurrohmah, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan meneliti tentang preparasi dan karakterisasi nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih yang mencakup pengamatan nilai persen efisien enkapsulasi (% EE), nilai zeta potensial, dan PDI (*Poly Dispersity Index*). Uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*). Uji stabilitas menggunakan metode *heating cooling* dilakukan pada formula optimum untuk mengetahui stabilitas fisik dari nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa konsentrasi larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ) yang digunakan untuk mendapatkan formulasi nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih optimum?
2. Bagaimana nilai persen efisien enkapsulasi (% EE) formula, nilai zeta potensial dan PDI (*Poly Dispersity Index*) formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih?
3. Bagaimana stabilitas fisik formula nanopartikel emas-ekstrak kunyitputih berdasarkan uji stabilitas *heating cooling*?

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

### **1.3 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsentrasi larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ) yang dibutuhkan untuk memperoleh formula nanopartikel emas ekstrak kunyit putih optimum.
2. Mengetahui nilai persen efisien enkapsulasi (% EE) formula, nilai zeta potensial, dan PDI (*Poly Dispersity Index*) formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih.
3. Mengetahui stabilitas fisik formula nanopartikel emas ekstrak kunyit putih berdasarkan uji stabilitas *heating cooling*.
4. Mengetahui perbandingan hasil uji aktivitas antioksidan terhadap ekstrak kunyit putih *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe dan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini yaitu dapat mengetahui hasil karakterisasi nanopartikel emas seperti ukuran partikel, zeta potensial dan PDI (*Poly Dispersity Index*) yang dapat digunakan sebagai acuan dalam preparasi sediaan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) serta dapat menentukan konsentrasi larutan asam kloroaurat ( $\text{HAuCl}_4$ ) dalam nanopartikel emas yang dapat dijadikan rujukan dalam mengembangkan formula optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., 2009. Pengantar Nanosains, ITB Bandung, Bandung.
- Alleman, E. D. and R. G. 1993, Drug-loaded Nanoparticles- Preparation Methods and Drug Targeting Issues. *European Journal of Pharmaceutcis and Biopharmaceutics*.
- Amiruddin, M.A. & Taufikurrohmah, T., 2013, Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Menggunakan Matriks Bentonit Sebagai Material Peredam Radikal Bebas Dalam Kosmetik, *UNESA Journal of Chemistry*, **2(1)**.
- Anggraeni, C. A. 2008, ‘Pengaruh Bentuk Sediaan Krim, Gel, dan Salep terhadap Penetrasi Aminofilin sebagai Antiselulit secara In-Vitro menggunakan Sel Difusi Franz’, *Skripsi*, S.Farm, Departemen Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Annamalai, A. et al., 2013, Green synthesis, characterization and antimicrobial activity of AuNPs Using *Euphorbia hirta* L. Leaf extract, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, **108**, 60–65.
- Berne, B.J. & Pecora, R. 2000, *Dynamic light scattering: With application to chemistry, biology, and physic*, Dover Publications, New York, USA.
- Blainski, A., Lopes, G.C., de Mello, J.C.P., 2013, Application and Analysis of the Folin-Ciocalteu for the Determination of the Total Phenolic Content from *Limonium brasiliense* L., *Molecules*, **18**, 6852-6865.
- Ciulei, J. 1984, Metodology for Analysis of vegetable and Drugs, *B Faculty of Pharmacy*, pp **11(26)**.
- Cronquist, A. 1981, *An Integrated System of Clasification of Flowering Plants*, Columbia University Press, New York.
- Dalimarta, S. 2008, *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*, Pustaka Bunda, Hal 25-26, Jakarta, Indonesia.
- Day, R.A., Underwood, A.L., 2002, *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Ke-6*, Erlangga, Jakarta, Indonesia.
- Dehpour, A.A., Ebrahimzadeh, M.A., Fazel, N.S., and Mohammad, N.S. 2009, Antioxidant Activity of Methanol Extract of Ferula Assafoetida and its Essential Oil Composition, *Grasas Aceites*, **60(4)**: 405-412.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995, *Farmakope Indonesia Jilid IV*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Hal 7, 1002, 1061-1075, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995, *Materia Medika Indonesia Jilid VI*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia Hal X: 333-337, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2000, *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*, Dirjen POM, Direktorat Pengawasan Obat tradisional., Hal 14-41, Jakarta, Indonesia.
- Devasagayam TPA, Tilak JC, Boloor KK, Sane KS, Ghaskadbi SS, Lele RD. 2004, Free Radical and Antioxidants in Human Health Current Status and Future Prospects, *International Journal of Pharmaceutics*, **52(10)**:794-804.
- Dewi, Y. R. K., 2016. Penetapan Kandungan Fenolik Total Dan Uji Aktivitas

- Antioksidan Fraksi Etil Asetat Ekstrak Metanol Daun Lada (*Piper nigrum L.*), skripsi, S.Farm., Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Dewick, P.M., 2002, *Medicinal Natural Products : A Biosynthetic Approach*, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons, UK, pp. 121-122, 151.
- Duh, P. D., Tu, dan Yen, 1999. Antioxidant Activity of Water Extract of Harnjyur, Lebensmittel-Wissenschaft U Technol, **32**: 269-277.
- Fang, Y-Z, Yang S, Wu G. 2002, Free Radicals, Antioxidants, and Nutrition, *Nutrition*, **18(10)**:872-879.
- Fatimah, E. N., 2012, Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas sebagai Material Pendukung Aktivitas Tabir Surya Turunan Sinamat, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.
- Feldheim, D.L and Foss, C.A Jr. 2002, *Metal Nanoparticles : Synthesis Characterization And Application*, Marcel Dekker Inc, Switzerland.
- Feynman. R. 1959, There is plenty of room at the bottom, *Caltech's Engineering and science*, 1–9.
- Gandjar, I.G., Rohman, A., 2007, *Kimia Farmasi Analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta, pp. 240-242, 362, 466.
- Ginting,S., A. 2017, ‘Preparasi dan karakterisasi submikro partikel poly-(lactic-coglycolic 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.
- Guntarti, A. Dkk., 2015. Penentuan Parameter Non Spesifik Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*) pada Variasi asal daerah, Skripsi, S. Farm., Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia.
- Harborne, J.B. 1987, *Metode Fitokimia*, terbitan ke-2, diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh Padmawinata, K., Penerbit ITB, Bandung, Indonesia.
- Harmita, 2004, Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya, *Majalah Ilmu Kefarmasian*, **1(3)**, 117-135.
- Huang J. L., Li Q. B., Sun D. H., Lu Y. H., Su Y. B., Yang X. 2007, Biosynthesis of silver and gold nanoparticles by novel sundried *Cinnamomum camphora* leaf, *Nanotechnology*, **18**.
- Khan, A. ; R. R. ; G. M. and A. A. 2014, Gold Nanoparticles : Synthesis and Applications in Drug, **13**, 1169–1177.
- Kumar, D.P., Subas, D., Subrata, C. & Soumen, R. 2012, Formulation and Evaluation of Solid Lipid Nanoparticles of A Poorly Water Soluble Model Drug Ibuprofen, *J Pharm*, **3(12)**: 132 – 137.
- Kuruvila, F.S., Mathew, F. & Kuppuswamy, S. 2017, Solid Self Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Development, Applications, and Future Perspective: A Review, *Indo Am J Pharm Sci*, **4(3)**: 651 – 669.
- Kusuma, E.A.S., Panggabean, A.S. & Arafat, Y. 2015, Optimasi kinerja analitik pada penentuan kadar fosfor sebagai P2O5 pada abu batubara dengan metode

- spektrofotometer visible, *J Kimia Mulawarman*, **13(1)**: 9 –14.
- Lade, B.D., et al. 2014, A Comprehensive Working, Principles And Applications Of Thin Layer Chromatography, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Science*, **5(4)**, 486-491.
- Lakshmi, P. & Kumar G.A., 2010. Nanosuspension technology: a review, *int j pharm pharm sci*, **2(5)**: 35-40.
- Lanimarta, Y. 2012, Pembuatan Dan Uji Penetrasi Nanopartikel Kurkumin Dendrimer Poliamidoamin (PAMAN) Generasi 4 Dalam Sediaan Gel Dengan Menggunakan Sel Difusi Franz', *Skripsi*, S.Farm, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Lembang,MiskaSandadanMaming,M.Z.2014,SintesisNanopartikel Emas dengan Metode Reduksi menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*).
- Lu, Y., & Chou, K. 2008, A simple and effective route for the synthesis of nanosilver colloidal dispersions, **39**, 673–678.
- Mardiyanto. 2013, ‘Investigation of nanoparticulate formulation intended for caffeine delivery into hair follicle’, *Dissertation*, Dr.rer.nat, Departement of pharmacy, Faculty of Science, Saarland University, Saarbruecken, Germany.
- Marks. 2007, *Marks Essential Medical Biochemistry*. 2<sup>nd</sup> ed Lippincott Williams & Wilkins, Hal 262-368.
- Marliana, S.D., Suryanti, V. & Suyono. 2005, Skrining fitokimia dan analisis kromatografi lapis tipis komponen kimia buah labu siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam ekstrak etanol, *Biofarmasi*, **3(1)**:26-31.
- Miroslav, v. 1971. Detection and Identification of Organic Compound, Planum Publishing Corporation and STNC Publisher of Technical Literatur, New York.
- Mittal, A. K., Chisti, Y., & Banerjee, U. C. 2013, Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnology Advances*.
- Mohanraj VJ, Chen Y. 2006, Nanoparticles A Review, *J Pharmaceut Res*, **5** : 561-573.
- Molyneux, P. 2004, The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Songklanakarin J. Sci. Technol*, **26(2)**: 211–219.
- Moradhaseli, S., Abbas, Z.M., Ali, S., Nasser, M.D., Saman, S. & Mehrasa, R.B. 2013, Preparation and characterization of sodium alginate nanoparticle containing ICD-85 (venom derived peptides), *International journal of innovation and applied studies*, **4**: 534–542.
- Mukhriani. 2014, Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif, *Jurnal Kesehatan-UIN Alauddin Makasar*, **7(2)**.
- Murray R. K, Granner D. K. 2009, *Harper's Illustrated Biochemistry*. 27<sup>th</sup>ed Indiana: McGraw-Hill; 101-7.
- Musfiroh, E & Syarief, S.H., 2012. Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas Nanopartikel Emas Dengan Berbagai Konsentrasi Sebagai Material Antiaging

- Dalam Kosmetik, *UNESA Journal of Chemistry*, **1(2)**
- Nafia, I. 2012, Nanopartikel Perak Termodifikasi L-Sistein sebagai Indikator Warna Untuk Logam Pencemar Pada Sampel Ikan Tongkol, *Skripsi*. FMIPA UI, Depok, Indonesia.
- Nagarajan, R dan Hatton. 2008, Nanoparticles : Building Bloks for Nanotechnology in Nanoparticles: Synthesis, Stabilization Passivation And Functionalization. *American Chemical Society*, **(3)**, 4-6.
- Ningsih, N.Y. 2016, ‘Uji efek inhibisi enzim -glukosidase dan penentuan fenolik 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, Inderalaya, Indonesia.
- Nugrahani, R., 2015. Analisis Potensi Serbuk Ekstrak Buncis (*Phaseolus vulgaris* L,) sebagai antioksidan, Tesis S2, Universitas Mataram, Mataram, 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**.
- Peng, Y., Zheng, Z., Sun, P., Wang, X., Zhang, T., 2013, Synthesis and Characterization of Polyphenol-Based Polyurethane, *New J. Chem*, **37**, 729-734.
- Pertiwi, R. D., Djajadisastra, J., & Mutalib, A. (2018). Pembuatan , Karakterisasi dan Uji In Vitro Nanopartikel Emas Berbasis Konjugat Gom Arab-Vinkristin ( Preparation of Gold Nanoparticles with Based on Conjugated Gum Arabic Vincristine and Evaluation of Their In Vitro Characteristics ), **16(1)**, 6–11.
- 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.
- Prakash, A., Rigelhof, F., and Miller, E. 2001, Antioxidant Activity: Medallion Laboratories, *Analitycal Progress*, **19(2)**: 1-4.
- Prayoga, G., 2013, Fraksinasi Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia Dari Ekstrak Teraktif Daun Sambang Darah (*Excoecaria cochinchinensis* Lour), *Skripsi*, S.Farm., Fakultas Farmasi Program Studi Sarjana Ekstensi, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Priani, S. E dkk., 2018, Formulasi Sediaan Mikroemulsi Gel Anti Jerawat Mengandung Kombinasi Minyak Jinten Hitam (*Nigella sativa* L.) dan Minyak Zaitun (*Olea europaea* L), *Jurnal Ilmiah Famasi*, **6(2)**, 57-64, p-ISSN 2354-6565/e-ISSN 2502-3438.
- Putri, D.Z. 2019, ‘Preparasi dan Karakterisasi Submikro PartikelEkstrak Benalu Teh (*Scrrula Atropurpurea* Bl. Dans) dengan Variasi Konsentrasi Kitosan Sebagai Matriks Penjerap dan Uji Antioksidan’, *Skripsi*, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Indonesia.
- Rabinovich, G.L., Couvreur, P., Lambert, G., Goldstein, D., Benita, S. & Dubernet, C. 2004, Extensive surface studies help to analyse zeta potential data: The

- case of cationic emulsions, *Chem Phys Lipid*, **131**: 1 – 13.
- Rakhi, M. et al., 2012, Terminalia Arjuna Bark Extract Mediated Size Controlled Synthesis of Polyshaped Gold Nanoparticles and Its Application in Catalysis. *Int J. Res, Chem, Environ.*,**2(4)**: 338-342.
- Rao, Y., Inwati G. K., Singh M. 2017, Green Synthesis of Capped Gold Nanoparticles and Their Effect on Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria, *Future Sci.*
- Rita, S.W. 2010, Isolasi, identifikasi, dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Golongan Triterpenoid pada Rimpang Temu Putih (*Curcuma zedoaria*(Berg.) Roscoe), *Jurnal Jurusan KimiaFMIPA*, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Robinson, T. 1995, Kandungan organik tumbuhan obat tinggi, edisi ke-VI, diterjemahkan oleh Kokasih Padmawinata, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- Saifudin, A. dkk. 2011, *Standarisasi Bahan Obat Alam*, Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Sastyarina et al. 2017, Kajian Dendrimer (Poly)amidoamine (PAMAM) Generasi 4 sebagai Template dalam Pembentukan Nanopartikel secara In Silico. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, **4(1)**, p-ISSN: 2087--7099, e-ISSN: 2407-6090.
- Sembiring, B.B., Ma'mun, & E.I. Ginting. 2006, Pengaruh kehalusan bahan dan lama ekstraksi terhadap mutu ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb), *Bul. Littro*, **17**:53-58.
- Septiana, E. dan Partomuan S. 2015, Aktivitas Antimikroba dan Antioksidan Ekstrak Beberapa Bagian Tanaman Kunyit (*Curcuma Longa*), *Jurnal Fitofarmaka*, **5(1)**, ISSN:2087-9164.
- Setyowati, W.A.E., Ariani, S.R.D., Ashadi., Mulyani, B. & Rahmawati, C.P. 2014, Skrining fitokimia dan identifikasi komponen utama ekstrak metanol kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.) varietas petruk. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*, Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta,Indonesia.
- Sharma A, Shashidhara HS. 2014, A review: Flexible removable partial dentures, *JDMS***13**: 58-62.
- Srivastava, Nishant dan M. Mukhopadhyay. 2014, Biosynthesis and Characterization of Gold Nanoparticles using *Zooglea ramigera* and Assessment of Its Antibacterial Property, *J Clust Sci.*
- Stomatognatic. 2013, Sistem Penghataran Obat Tertarget, Macam Jenis – Jenis System Penghantaran Dan Aplikasinya, *Jurnal Farmasi Indonesia*, **10(2)**: 75–81.
- Susanty, Eva. 2014, Skrinning Fitokimia ekstrak etanol daun gatal (*Laportea decumana* (Roxb.) Wedd), *Journal Pharmacy*, **11(01)**: 1693 – 3591.
- Syifa, S.M.N.A. 2019, ‘Pemanfaatan Daun Rambutan Rapiyah(*Nephelium Lappaceum* L.) Sebagai Bioreduktor Pada Pendahuluan Pembuatan Nanopartikel Emas’, *Skripsi*, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Achmad Yani,

- Cimahi, Indonesia.
- 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.
- Triyati, E. 1985, *Spektrofotometri Ultra-Violet Dan Sinar Tampak Serta Aplikasi Dalam Oseanologi*, diakses pada tanggal 10 Juli 2019, [www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id)
- Tutorvista. 2017, *Brownian motion*, diakses pada tanggal 11 juni 2019, <http://www.tutorvista.com/content/physics/physicsi/matter/brownianmotion.php>
- Vaughn, J.M. & Williams, R.O. 2007, *Nanopartikel Engineering*. Dalam Swarbrick James, *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*,3<sup>th</sup> Edition, Volume I, Infora Healthcare, New York, Amerika Serikat.
- Voight, R., 1994, *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*, Edisi V, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Wagner, H. and Bladt, S. 1996, *Plant Drug anf Analysis: A Thin Layer Chromatography Atlas*, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer-Verlag, Berlin.
- Wan N. S. 2016, Synthesis and Chracterization of Uncoated and Cysteamine-CoatedGoldNanoparticleByPulsedLaserAblation,*Journalof Nanophotonics*,10.
- Wijaya, N.S. 2017, ‘Uji antibakteri sediaan nanopartikel pembawa etanol biji palem putri (*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc.) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*’, Skripsi, S.Farm., Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, Inderalaya,Indonesia.
- Wijayanti, M.N. 2016, ‘Uji aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Etanol Buah Buni (*Antidesma bunius* (L.) Spreng) dengan Metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dan Metode Folin-Ciocalteau’, Skripsi, S.farm, Farmasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Xu, B.J. and Chang, S.K.C. 2007, A Comparative Study on Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Legumes as Affected by Extraction Solvents, *Journal Of Food Science*, 72, S159-S166.
- Yamrewaf, dkk. 2004, *Ekstraksi Kurkumin Dari Temu*, Jurusan Teknik Kimia Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Yogyakarta, Indonesia.
- Yanti, E.F & Taufikurrohmah, T., 2013, Sintesis Nanogold Dan Karakterisasi Menggunakan Matrik Cetostearyl Alcohol Sebagai Peredam Radikal Bebasdalam Kosmetik. *UNESA Journal of Chemistry*, 1(2).
- Zhu, H., Pan, S., Gu, S., Bradbury, E. M., Chen, X., 2002, Amino acid residue specific stable isotope labeling for quantitative proteomics, *Rapid Commun Mass Spectrum*, 16(22):2115-23.