

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

**SKRIPSI**

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



**Oleh:**

**SACHARUM NOOR ZHAFIROH**

**08061381621060**

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

**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PREPARASI DAN KARAKTERISASI  
NANOPARTIKEL EMAS-EKSTRAK KUNYIT PUTIH  
(*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) DENGAN VARIASI  
SUHU  
Nama Mahasiswa : SACHARUM NOOR ZHAFIROH  
NIM : 08061381621060  
Jurusan : FARMASI

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 Mei 2020 serta telah diperbaiki, diperiksa, dan disetujui sesuai dengan saran yang diberikan.

Indralaya, 25 Mei 2020

Ketua:

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

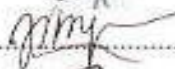
(.....  .....)

Anggota:

1. Indah Solihah, M.Sc., Apt.  
NIP. 198803082019032015

(.....  .....)

2. Fitrya, M.Si., Apt.  
NIP. 197212101999032001

(.....  .....)

3. Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003

(.....  .....)

4. Annisa Amriani S, M.Farm., Apt.  
NIP. 198412292014082201

(.....  .....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Farmasi  
Fakultas MIPA, UNSRI



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

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Sacharum Noor Zhafiroh  
NIM : 08061381621060  
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, 24 Mei 2020

Penulis,



Sacharum Noor Zhafiroh  
NIM. 08061381621060

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

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

Nama Mahasiswa : Sacharum Noor Zhafiroh

NIM : 08061381621060

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-eksklusif” (*non-exclusively royalty-freeright*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) Dengan Variasi Suhu” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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, 14 Maret 2020  
Penulis,



Sacharum Noor Zhafiroh  
NIM.08061381621060

**HALAMAN PERSEMBAHAN  
DAN MOTTO**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

**Skripsi ini saya persembahkan kepada Papa, Mama, Kakak perempuanku, Keluarga besar, Dosen, Sahabat, Almamater serta Teman seperjuangan di Farmasi Unsri 2016 yang saya sayangi.**

**Motto:**

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(Q.S Al-Baqarah: 286)*

*“Man shabara zhafira (siapa yang bersabar maka ia akan beruntung)”*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas-Ekstrak Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) Dengan Variasi Suhu”. 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. Kedua orang tua tercinta dari penulis, Ayahanda Ir. Burhanuddin Aspa dan Ibunda Indirayani, S.Pd.I juga kakak perempuanku satu-satunya yang tersayang Alifah Noor Aspina atas do'a, dukungan dan motivasi yang selalu diberikan sehingga dapat menyelesaikan masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
2. Keluarga besar yang penulis sayangi atas do'a dan dukungan, serta masukan yang diberikan selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
3. 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, selama masa penelitian, hingga penyusunan skripsi ini selesai.
4. Ibu Indah Solihah, M.Sc.,Apt., selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan dukungan, saran, motivasi, nasihat dan kepercayaan penada penulis sejak awal menjadi mahasiswa di Farmasi Unsri hingga menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Fitriya, M.Si.,Apt.; Ibu Annisa Amriani, M.Farm.,Apt; Ibu Dina Permata Wijaya, M.Si.,Apt; dan Bapak Dr. Nirwan Syarif selaku dosen penguji dan pembahas atas masukan dan saran yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini

6. 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.
7. Segenap staf (Eka Ria, A.Md. dan Supriadi) dan analis laboratorium Jurusan Farmasi (Kak Hartawan, 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.
8. Rekan penelitian Nano Emas yaitu Rhima Melati dan Zella Pebriani yang sudah sangat banyak membantu proses penelitian dan sehari-hari dikehidupan kampus. Akhirnya kelulusan yang dinantikan tercapai. Selalu ingat moto kita, dimanapun kita berada “*Anak Emas. Be Sparkling!*”
9. Sahabat-sahabat Tigasetengah yang tersayang yaitu Muflihah Amelia, Dinar Syafina, Amallia Rachmasari, dan Rafidha Aisyah Kartini atas kebersamaan serta dukungan dan kebahagiaan yang selalu diberikan kepada penulis selama perkuliahan, penelitian, serta penyusunan skripsi hingga selesai.
10. Teman-teman yang selalu menemani, mendengar, mendukung dan memberikan pertolongan pada penulis selama masa perkuliahan dan dikehidupan sehari-hari yaitu M. Sulthan Alif Utama, Qadruddani, Clara Rosalinda, Metanoia Simarmata, Berliana Faradisa, dan lainnya yang tidak bisa dituliskan satu-persatu.
11. Partner lomba terbaik, Hendri Prasetyo dan Alrevansyah Mahardhan Dentara. Terimakasih sudah menjadi bagian pengalaman berharga penulis selama masa perkuliahan.
12. Teman-teman seperjuangan Farmasi 2016 yang juga selalu memberikan doa, kebersamaan, semua bantuan selama perkuliahan dan semangat setiap saat kepada peneliti.
13. BPH HKMF Unsri 2019 serta semua rekan-rekan dan adik-adik di Himpunan Keluarga Mahasiswa Farmasi. Terimakasih untuk semua

14. kebersamaan, bantuan, do'a, masukan, dan dukungan kepada penulis selama ini.
15. Mahasiswa farmasi angkatan 2013, 2014, 2017, 2018, dan 2019 (kakak-kakak atau adik-adik) atas dukungan, kebersamaan, solidaritas, dan bantuan kepada penulis selama perkuliahan, kepengurusan himpunan, penelitian, dan penyusunan skripsi hingga selesai.
16. Sahabat-sahabatku, Melati, Indah Dwi Destiana, Alphardannisa Muta' Ali Rizky A'la, Utami Rahmadiani, Suci Larasati Salisa Putri, Aisyah Sri Delima, Syonia Hidayah, M. Dio Fatra Utama, Asep Suplianto, Masagus Muhammad Mar'i Muharram, dan Sonia Margareti yang sudah kebersamaiku dari awal. Terimakasih untuk semua kebersamaan, canda tawa, masukan, saran dan motivasinya selama ini.
17. Sahabat Dunia Akhirat (insyaaAllah), Ade Fajri, Desta Wahyuni, Nindya Rosalia Putri, dan Edo Rendika atas semua dukungan, masukan, motivasi, dan kebersamaan kita dari awal SMA hingga saat ini.

Semoga Allah memberkahi dan 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. Penulis sangat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan seluruh pembaca.

Inderalaya, 24 Mei 2020  
Penulis,



Sacharum Noor Zhafiroh  
NIM. 08061381621060



**Preparation and Characterization  
Gold Nanoparticles-White Turmeric Extract (*Curcuma zedoaria* (Berg.)  
Roscoe) With The Variation of Temperature**

**Sacharum Noor Zhafiroh  
08061381621060**

**ABSTRACT**

This study aims to make a formulation of gold-white turmeric extract (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) by varying the temperature. This treatment was given to determine its effect on the characterization of the gold-white turmeric extract produced. The temperatures used are 25°C, 50°C and 100°C. This research was started from the process of extracting white turmeric using maceration method with 96% ethanol solvent followed by phytochemical content analysis and extract characterization. The green synthesis method was chosen in synthesizing gold nanoparticles using plant extracts that act as bioreductor agents and stabilizers. The extract used in this study was turmeric white extract. Nanoparticles were characterized by PSA to determine particle size, PDI (Poly Dispersity Index) and potential zeta values. The best formula for nanoparticles is formula 2 which has a percent efficiency of encapsulation of 91.223% with a particle size characteristic of 40.64 nm; PDI value is 0,407 and zeta potential is -15 mV. Measurement of the optimum pH of the formula for 6 cycles shows an increase in the pH value that falls within the acidic pH range. Furthermore, antioxidant testing was carried out to evaluate the ability of antioxidants and through the activity of capturing free radicals 1,1-diphenyl-2-picril hidrazil (DPPH). The IC<sub>50</sub> values of the white turmeric extract , gold nanoparticle without extract and the best formula were 16,2688 µg/mL, 30,1628 µg/mL, and 23,8004µg/mL, respectively, indicating their strength as antioxidants.

**Keywords: Gold, White Turmeric (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe), Green Synthesis, Antioxidants.**

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

**Sacharum Noor Zhafiroh  
08061381621060**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat formulasi nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe) dengan memvariasikan suhu pembuatan. Perlakuan ini diberikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakterisasi nanopartikel emas-ekstrak kunyit putih yang dihasilkan. Suhu yang digunakan adalah 25°C, 50°C, dan 100°C. Penelitian ini diawali dari proses ekstraksi kunyit putih menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% dilanjutkan dengan analisis kandungan fitokimia dan karakterisasi ekstrak. Metode *green synthesis* dipilih dalam mensintesis nanopartikel emas menggunakan ekstrak tanaman yang bertindak sebagai agen bioreduktor dan *stabilizer*. Ekstrak yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak kunyit putih. Nanopartikel dikarakterisasi dengan PSA untuk mengetahui ukuran partikel, PDI (*Poly Dispersity Index*) dan nilai zeta potensial. Formula terbaik nanopartikel yaitu formula 2 yang memiliki persen efisiensi enkapsulasi sebesar 91,223% dengan karakteristik ukuran partikel 40,64 nm; nilai PDI sebesar 0,407 dan zeta potensial -15 mV. Pengukuran pH formula optimum selama 6 siklus menunjukkan adanya peningkatan nilai pH yang masuk dalam rentang pH asam. Selanjutnya, pengujian antioksidan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan antioksidan melalui aktivitas penangkapan radikal bebas 1,1- difenil -2- pikril hidrazil (DPPH). Nilai IC<sub>50</sub> dari ekstrak kunyit putih, nanopartikel emas tanpa ekstrak dan formula terbaik yaitu masing-masing sebesar 16,2688 µg/mL, 30,1628 µg/mL, dan 23,8004µg/mL yang menandakan kekuatannya sangat kuat sebagai antioksidan.

**Kata kunci : Emas, Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe),  
*Green Synthesis*, Antioksidan.**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
DAFTAR SINGKATAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Nanoteknologi.....	6
2.2 Nanopartikel Emas.....	6
2.3 Kunyit Putih.....	7
2.3.1 Morfologi.....	7
2.3.2 Klasifikasi .....	8
2.3.3 Kandungan Kunyit Putih .....	8
2.3.4 Khasiat Kunyit Putih .....	9
2.4 Metode <i>Green Synthesis</i> .....	10
2.5 Enkapsulasi .....	11
2.5.1 Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE) .....	12
2.6 Antioksidan.....	13
2.7 Pengujian Antioksidan Metode DPPH .....	15
2.8 Ekstraksi .....	16
2.9 Bahan Pembuatan Nanopartikel Emas.....	17
2.9.1 Emas (Au).....	17
2.10 Karakterisasi Partikel.....	18
2.10.1 <i>Dynamic Light Scattering</i> (DLS).....	18
2.10.2 Zeta Potensial .....	20
2.11 Spektrofotometri UV-Vis .....	20
2.12 Profil Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan .....	25
3.2.1 Alat .....	25
3.2.2 Bahan .....	25

3.3 Metode Penelitian .....	26
3.3.1 Preparasi Sampel .....	26
3.3.2 Preparasi Ekstrak Etanol Kunyit Putih .....	26
3.3.3 Pembuatan Larutan Emas HAuCl <sub>4</sub> .....	26
3.4 Karakterisasi Ekstrak .....	27
3.4.1 Penetapan Kadar Abu .....	27
3.4.2 Penetapan Kadar Air dan Susut Pengerinan .....	27
3.4.4 Penetapan Kadar Sari Larut Air .....	28
3.4.5 Penetapan Kadar Sari Larut Etanol .....	28
3.5 Analisis Uji Kandungan Fitokimia Ekstrak Kunyit Putih .....	28
3.5.1 Pemeriksaan Flavonoid dan Fenolik .....	28
3.5.2 Pemeriksaan Saponin .....	29
3.5.3 Pemeriksaan Tanin .....	29
3.5.4 Pemeriksaan Alkaloid, Steroid dan Terpenoid .....	29
3.6 Formula Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	30
3.7 Pembuatan Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	31
3.8 Profil Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	31
3.9 Penentuan Total Fenolik .....	32
3.9.1 Pembuatan Larutan Standard Asam Galat 100 ppm .....	32
3.9.2 Penentuan Operating Time .....	32
3.9.3 Penentuan Panjang Gelombang Optimum .....	32
3.9.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi .....	32
3.9.5 Pengukuran Kadar Fenolik Total .....	33
3.10 Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE) Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	33
3.11 Evaluasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	34
3.11.1 Penentuan Diameter dan Distribusi Ukuran Partikel ( <i>Poly     Dispersity Index / PDI</i> ) .....	34
3.12 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH .....	35
3.12.1 Pembuatan Larutan DPPH .....	35
3.12.2 Pembuatan Larutan Kuersetin .....	35
3.12.3 Pembuatan Larutan Uji .....	36
3.12.4 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum .....	36
3.12.5 Penentuan Operating Time (OT) .....	36
3.12.6 Pengukuran Absorbansi Larutan Kontrol DPPH .....	36
3.12.7 Pengukuran Absorbansi Larutan Kuersetin dan Uji .....	36
3.12.8 Penentuan Persen <i>Inhibition Concentration</i> (%IC) dan IC <sub>50</sub> .....	37
3.13 Uji Stabilitas Fisik dengan Pengaruh Suhu .....	37
3.14 Analisis Data .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
4.1 Preparasi Sampel .....	41
4.2 Preparasi Ekstrak Etanol Kunyit Putih .....	41
4.3 Pembuatan Larutan Emas HAuCl <sub>4</sub> .....	41
4.4 Karakterisasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih .....	42
4.5 Analisis Uji Kandungan Fitokimia Ekstrak Kunyit Putih .....	44
4.5.1 Pemeriksaan Flavonoid dan Fenolik .....	45
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).....	53
4.8 Penentuan Total Fenolik .....	54
4.8.1 Pembuatan Larutan Standard Asam Galat 100 ppm.....	54
4.8.2 Penentuan Operating Time .....	55
4.8.3 Penentuan Panjang Gelombang Optimum.....	55
4.8.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	57
4.8.5 Pengukuran Kadar Fenolik Ekstrak .....	55
4.9 Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi (%EE) Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	58
4.10 Evaluasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	61
4.11 Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH.....	63
4.11.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	63
4.11.2 Penentuan <i>Operating Time</i> (OT) .....	64
4.11.3 Hasil Pengujian Antioksidan Metode DPPH.....	65
4.12 Uji Stabilitas Fisik dengan Pengaruh Suhu .....	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	74
DAFTAR PUSTAKA .....	76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	108

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tingkat Kekuatan Antioksidan dengan Metode DPPH .....	16
Tabel 2. Komposisi Formula Nanopartikel Emas Ekstrak Rimpang Kunyit .....	30
Tabel 3. Hasil Karakterisasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih.....	42
Tabel 4. Hasil Analisis Kandungan Fitokimia Ekstrak Rimpang Kunyit Puti.....	44
Tabel 5. Persen EE Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	60
Tabel 6. Hasil Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	62
Tabel 7. Hasil Pengujian Antioksidan.....	68
Tabel 8. Hasil Uji Stabilitas Formula Optimum Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	71

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Curcuma zedoaria</i> (Berg) Roscoe A. Tanaman utuh; B. Daun; c. Rhizoma dengan umbi.....	7
Gambar 2. Struktur Komponen Aktif Kunyit Putih.....	9
Gambar 3. Mekanisme Sintetis Nanopartikel Logam.....	11
Gambar 4. Gerak Brown.....	19
Gambar 5. Prinsip kerja DLS.....	19
Gambar 6. Prinsip Kerja Spektrofotometri UV-Vis.....	22
Gambar 7. Reaksi Senyawa Flavonoid dengan NaOH.....	45
Gambar 8. Reaksi Alkaloid dengan Pereaksi Wagner.....	47
Gambar 9. Reaksi Alkaloid dengan Pereaksi Dragendorff.....	48
Gambar 10. Mekanisme Senyawa Metabolit Sekunder Sebagai Bioreduktor Ion Logam.....	49
Gambar 11. Skema Proses Stabilisasi dan Aglomerasi Nanopartikel Emas. A. Stabilizer Berinteraksi dengan Logam Au; B. Stabilizer Menyelubungi Logam Au; C. Aglomerasi Nanopartikel Emas Setelah Penyimpanan; D. Proses Fusi Antar Partikel Nano Emas.....	51
Gambar 12. Hasil KLT ekstrak, standard asam galat dan formula terbaik pada UV 254 nm setelah disemprot FeCl <sub>3</sub> 1% UV 254 nm (a), UV 366 nm (b), sinar tampak (c).....	53
Gambar 13. Reaksi Antara Gugus Fenol dan FeCl <sub>3</sub> .....	54
Gambar 14. Penentuan <i>Operating Time</i> Asam Galat.....	55
Gambar 15. Reaksi Asam Galat dengan Senyawa <i>Molybdenum</i> dari Reagen Folin Ciocalteu.....	58
Gambar 16. Penentuan <i>Operating Time</i> Kuersetin.....	64
Gambar 17. Interaksi Radikal DPPH dengan Nanopartikel Emas.....	70

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Umum .....	85
Lampiran 2. Skema Preparasi Ekstrak Kunyit Putih.....	86
Lampiran 3. Skema Kerja Preparasi Bahan .....	87
Lampiran 4. Formulasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	88
Lampiran 5. Hasil Analisis Kandungan Fitokimia Ekstrak Kunyit Putih .....	89
Lampiran 6. Pengujian Kromatografi Lapis Tipis (KLT).....	90
Lampiran 7. Perhitungan Bahan.....	91
Lampiran 8. Hasil Determinasi Tumbuhan Kunyit Putih .....	93
Lampiran 9. Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih.....	94
Lampiran 10. Purifikasi Nanopartikel Emas Ekstrak Kunyit Putih .....	95
Lampiran 11. Skema Penentuan Persen Efisiensi Enkapsulasi.....	96
Lampiran 12. Analisis Data Persen EE .....	97
Lampiran 13. Penentuan Kurva Baku Asam Galat .....	98
Lampiran 14. Penentuan Kadar Fenolik Total .....	99
Lampiran 15. Penentuan Persen EE .....	100
Lampiran 16. Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Kuersetin.....	101
Lampiran 17. Pengujian Aktivitas Antioksidan .....	102
Lampiran 18. Penentuan Nilai $IC_{50}$ Larutan Kuersetin, Ekstrak Rimpang Kunyit Putih, Formula Nanopartikel Emas dan Formula Terbaik Nanopartikel .....	104
Lampiran 19. Pengukuran Diameter Ukuran, PDI, dan Zeta Potensial .....	105
Lampiran 20. Organoleptik Uji Stabilitas Formula Optimum .....	107



## DAFTAR SINGKATAN

ANOVA	: <i>Analysis Of Variance</i>
API	: <i>Aqua Pro Injection</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>
kHz	: <i>Kilohertz</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
RPM	: <i>Rotation Per Minute</i>
SD	: <i>Standard Deviation</i>
Sig	: Signifikansi
SPSS®	: <i>Statistical Package for teh Social Sciences</i>
UV-Vis	: <i>Ultraviolet-Visible</i>
°C	: Derajat Celcius

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Nanoteknologi merupakan pengetahuan dan kontrol material pada skala nano dalam dimensi antara 1-100 nanometer. Nanoteknologi merupakan fenomena unik yang dapat diaplikasikan dalam bidang teknologi informasi, farmasi dan kesehatan, pertanian, industri, dan lain-lain (Clunan, 2014). Nanopartikel didefinisikan sebagai partikulat yang terdispersi atau partikel-partikel padatan yang memiliki ukuran berkisar 10-100 nm (Abdullah dkk., 2008).

Nanopartikel emas adalah salah satu teknologi yang menjadi banyak sorotan saat ini diantara nanopartikel logam mulia lainnya. Hal ini dikarenakan nanopartikel emas bersifat optik dan dapat diaplikasikan ke berbagai bidang, seperti katalis, sensor, dan kesehatan khususnya farmasi. Nanopartikel emas bersifat inert, sangat stabil, biokompatibel, dan non-sitotoksik (Verma *et al*, 2014). Nanopartikel emas memiliki kapasitas pemuatan obat yang tinggi dan dapat terdistribusi dengan mudah ke sel target karena ukurannya yang kecil, luas permukaan yang besar, bentuk, dan faktor kristalinitasnya (Yeh *et al.*, 2012).

Penelitian Barathmanikant (2010) uji secara *in vivo* pada tikus menunjukkan hasil bahwa nanopartikel emas yang diberikan dengan dosis 2,5 mg/KgBB/hai tidak memberikan efek beracun dan dapat bertindak sebagai antioksidan dengan jalan menghambat pembentukan radikal bebas. Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang mengandung satu atau lebih elektron-elektron yang tidak berpasangan pada orbital terluarnya (Fessenden, 1986).

Secara umum, nanopartikel emas dapat dipreparasi menggunakan berbagai macam metode, seperti metode *ultrasound-assisted processes*, laser ablasi, elektrokimia, dekomposisi termal, fisika, dan kimia. Namun, banyak dari metode tersebut menggunakan bahan yang bersifat toksik dan mahal sehingga tidak dijadikan pilihan utama dalam sintesis nanopartikel emas khususnya untuk kesehatan (Mittal, A.K *et al.*, 2013).

Penelitian ini akan berfokus pada sintesis nanopartikel emas menggunakan metode *green sythesis* atau *bio-synthesis*. Prinsip metode *green sythesis* nanopartikel logam ialah memanfaatkan tumbuhan atau mikroorganisme sebagai agen pereduksi (Rakhi *et al.*, 2012). Metode *green sythesis* adalah metode pembuatan nanopartikel logam yang lebih ramah lingkungan, karena tidak menggunakan pereaksi dan pelarut yang bersifat toksik, prosesnya lebih sederhana, dan murah. Metode *green sythesis* yang saat ini sedang banyak dikembangkan dapat dijadikan alternatif metode kimia yang sebelumnya telah banyak digunakan (Mittal, A.K *et al.*, 2013).

Penggunaan ekstrak tumbuhan pada metode *green sythesis* dapat menghasilkan nanopartikel dalam jumlah yang besar dan bebas dari kontaminasi bahan lain serta akan memberikan hasil nanopartikel dengan ukuran dan morfologi yang lebih baik daripada metode fisika-kimia (Hutschison, J.E., 2008). Ekstrak tanaman yang digunakan dapat bertindak sebagai agen pereduksi dan penstabil nanopartikel yang dihasilkan (Kumar dan Yadav, 2009). Proses reduksi pada sintesis nanopartikel emas ini berasal dari senyawa metabolit sekunder berupa fenolik, terpenoid, polisakarida, dan flavonoid yang terdapat di dalam ekstrak tanaman (Huang *et al.*, 2007).

Penelitian ini menggunakan ekstrak kunyit putih sebagai agen bioreduktor yang akan menjadi pereduksi sekaligus penstabil nanopartikel emas. Berdasarkan penelitian Bae (2015) ekstrak metanol rimpang kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe.) memiliki kadar flavonoid total sebesar 4,8% dan fenolik total sebesar 20,275%. Hal ini menandakan bahwa kadar total flavonoid dan fenolik pada ekstrak kunyit putih cukup tinggi dapat dijadikan sebagai agen bioreduktor pada sintesis nanopartikel emas.

Nanopartikel emas yang berkhasiat sebagai antioksidan dapat mengalami peningkatan aktivitas antioksidannya dengan bantuan ekstrak kunyit putih. Hal ini dikarenakan ekstrak kunyit putih mengandung senyawa-senyawa antioksidan seperti kurkumin, flavonoid, dan polifenol (Putri, 2014). Seperti hasil penelitian Banerjee (2011) yang menyatakan bahwa aktivitas antioksidan dari nanopartikel perak mengalami peningkatan ketika dikombinasikan dengan ekstrak biji *Syzigium cumini* yang juga memiliki aktivitas yang sama meskipun awalnya ekstrak tersebut dijadikan agen bioreduktor. Hal ini dapat terjadi karena adanya penyerapan material antioksidan ke dalam permukaan nanopartikel.

Proses pembuatan nanopartikel emas–ekstrak kunyit putih pada penelitian ini akan memvariasikan suhu pengadukan selama proses sintesis, sehingga akan diketahui formula pada suhu optimum yang memiliki distribusi partikel paling baik. Suhu yang digunakan pada penelitian ini adalah 25°C, 50°C, dan 100°C. Pengaturan suhu merupakan salah satu faktor penting pada proses sintesis nanopartikel. Berdasarkan penelitian Sibarani, J, dkk (2019), menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan pada proses sintesis nanopartikel, maka ukuran

nanopartikel akan semakin kecil dan morfologi permukaan nanopartikel akan semakin homogen.

Karakterisasi nanopartikel emas ekstrak kunyit putih dapat diketahui dengan menghitung nilai persen efisiensi enkapsulasi (%EE), *Poly Dispersity Index*, dan zeta potensialnya. Uji stabilitas dengan metode *heating cooling* dilakukan pada formula dengan suhu pengadukan paling baik untuk mengetahui stabilitas fisik dari sediaan nanopartikel yang dihasilkan. 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 latar belakang yang diuraikan di atas maka didapatkan beberapa rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh suhu pengadukan terhadap persen efisiensi enkapsulasi (%EE) nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan?
2. Berapa nilai %EE, PDI, dan zeta potensial dari partikel nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan?
3. Bagaimana stabilitas fisik formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan?
4. Bagaimana hasil pengukuran uji antioksidan ekstrak kunyit putih, nanopartikel emas tanpa ekstrak dan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe)

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh suhu pengadukan terhadap persen efisiensi enkapsulasi (%EE) nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan.
2. Mengetahui nilai %EE, PDI, dan zeta potensial dari partikel nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan.
3. Mengetahui stabilitas fisik formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih yang dihasilkan.
4. Mengetahui hasil pengukuran uji antioksidan ekstrak kunyit putih, nanopartikel emas tanpa ekstrak dan nanopartikel emas ekstrak kunyit putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe)

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini yaitu dapat memberi informasi mengenai adanya pengaruh suhu pengadukan pada proses sintesis nanopartikel emas serta manfaat ekstrak kunyit putih dan emas sebagai antioksidan pada sediaan nanopartikel. Formula optimum nanopartikel emas ekstrak kunyit putih dapat dijadikan rujukan sebagai pengembangan sediaan farmasi berkhasiat sebagai antioksidan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullah, M., Yudistira, V., Nirmin., dan Khairurrijal. 2008, Review: Sintesis Nanomaterial, *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, **2(1)**:33-57.
- Al-Daihan, S. & Bhat, R.S. 2012, Antibacterial activities of extracts of leaf, fruit,

- seed, and bark of phoenix dactylifera, *Afr J Biotechnol*, **11(42)**: 10021 – 10025.
- Alfian, R. & Susanti, H. 2012, Penetapan kadar fenolik total ekstrak metanol kelopak bunga rosella merah (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dengan variasi tempat tumbuh secara spektrofotometri, *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, **2(1)**: 73 – 80.
- Arora, A. 2005, *Text Book of Inorganic Chemistry*, Arora Offset Press. Cotton, F., New Delhi, India.
- Badarinath, A.V., Rao, K.M., Chetty, C.M.S., Ramkanth, S., Rajan T.V.S. & Gnanaprakash, K. 2010, A review on In-vitro Antioxidant Methods: Comparisons, Correlations and Considerations, *International Journal of Pharmaceutics Technology Research*, **2(2)**: 1276-1285.
- Bae, S.A., 2015. Penentuan Kadar Flavonoid dan Fenolik Dari Ekstrak Rimpang Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* Berg.), *Skripsi*, S. Farm, Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Alaudin Makassar, Makassar, Indonesia.
- Barathmanikanth, S., *et al.* 2010, Antioxidant effect of gold nanoparticles restrains hyperglycemic conditions in diabetic mice. *Journal of Nanobiotechnology*.
- Berners-Prince, S.J. 2010, Gold-Based Therapeutic agents: A New Perspective. In Enzo Alessio (Ed.), *Bioinorganic Medical Chemistry*, 197-222.
- Basnet, P. dan N.S. Basnet. 2011, Curcumin: An Antiinflammatory Molecule from a Curry Spcie onthe Path to Cancer Treatment, *Molecules*, **16**: 4567-4598.
- Carvajal, M., B. Diaz., L. Torres., J. Perez., L. Beltran., A. Aparicio., and G. Lopez. 2010, Nanoencapsulation: A New Trend in Food Engineering Processing, *Food Engineering Review*, **2(1)**:39-50.
- CCRC Farmasi UGM. 2008, *Temu Putih*, diakses pada tanggal 10 Juli 2019 <<http://ccrcfarmasiugm.wordpress.com/ensiklopedia/ensiklopedia-8/temu-putih/>>.
- Chiung et al., 2010, Pivotal Role of Curcuminids on the Antimutagenic Activity of Curcuma zedoaria extracts, *Drug and Chemical Toxicol*, **33(1)**:64-76.

- Clunan, A. et al. 2014, *Nanotechnology in A Globalized World Strategic Assessments of An Emerging Technology*, Naval Postgraduate School, Monterey.
- Cotton, F.Albert., Wilkinson,G. 1989, *Kimia Anorganik Dasar*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Dadang dan Prijono. 2008, *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan, dan Pengembangan. Departemen Proteksi Tanaman*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dalimartha S. 2003, *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3*, Puspa Swara, Jakarta.
- 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.
- 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.
- Depkes RI. 1995, *Farmakope Indonesia*, edisi ke-4, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Depkes RI. 2008, *Farmakope herbal Indonesia*, Direktorat Jendral POM, Jakarta, Indonesia.
- Esumi, K., Haudatsu, H., dan Yoshimura, T. 2003, Morphological Change of Gold-Dendrimer Nanocomposites by Laser irradiation, *Journal of Colloid and Interface Science*, **268**: 2604-2608.
- 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.
- Fessenden, R.J. and J.S. Fessenden. 1986, *Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Gandjar, I.G. & Rohman, A. 2007, *Kimia farmasi analisis*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta, 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.



- Gritter, R.J., Bobbit, J.M., dan Swharting, A.E. 1991, *Pengantar Kromatografi*, Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.
- Gurav, S.N., Deshkar, 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 feel*, *Sci Study and Res*, **10(4)**: 329 – 336.
- Halliwel, B. 2007, Dietary polyphenols: good, bad, or indifferent for your health, *j. Cardiovascular Research*, **73**:341-347.
- Harmita, A.P.T. 2006, *Analisis fisikokimia*, UI Press, Jakarta, Indonesia.
- Harborne, J.B. 1987, *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Penerbit ITB, Bandung, Indonesia.
- Horvath, G., Peter, M. & Timea, B. 2014, *Pharmacognosy 2: Digital textbook library*, UP MS Department of Pharmacognosy, diakses tanggal 9 Agustus 2017, <20 Februari 2020 <[http://www.tankovytar.hu/en/tartalom/tamop412A/20110016\\_08\\_pharmacognosy\\_2/ch14.html](http://www.tankovytar.hu/en/tartalom/tamop412A/20110016_08_pharmacognosy_2/ch14.html)>.
- Huang *et al.*, 2007, Biosynthesis of Silver and Gold Nanoparticles by Novel Sundried *Cinnamomum camphora* Leaf, *Nanotechnology*, 18.
- Hutschison, J.E., 2008, A Proactive Approach to Advancing Applications and Reducing Implications of Nanotechnology, *Greener Naniscience*, **2**:395-402.
- Jahanshahi, M. & Babaei, Z. 2008, Protein nanopartikel: a unique system as drug delivery vehicle, *J Biotechnology*, **7(25)**:4926 – 4934.
- Kristiana, H.D., Ariviani, S. dan Khasanah, L.U. 2012, Ekstraksi Pigmen Antosianin Buah Senggani (*Melastoma malabathricum* Auct. non Linn) dengan Variasi Jenis Pelarut, *Teknosains Pangan*, **1(1)**: 105-109.
- Koleva *et al.*, 2002, Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods, *Phytochemical Analysis*, **13**: 8-17.
- Kumalasari, E. & Sulistyani, N. 2011. Aktivitas antifungi ekstrak etanol batang binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen.) terhadap *Candida albicans* serta skrining fitokimia, *J Ilmiah Kefarmasian*, **1(2)**: 51 – 62.

- Kumar dan Yadav, 2009, Plant-Mediated Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles and Their Applications, *J Chem Technol Biotechnol*, **84**:7-151.
- 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.
- Lestari, G.A.D *et al.*, 2009. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Indigosol *Blue*, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **22(5)**: 500-505.
- 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.
- 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 *et al.*, 2013, Synthesis of Metallic Nanoparticles Using Plant Extract, *Biotechnology Advances*, **31**: 346-356.
- Molyneux, P., 2004, The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity, *Songklanakarinn J. Sci. Technol*, **26(2)**: 21-211.
- Mohanraj, V.J. & Chen, Y. 2006, Nanoparticles-a review, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, **5(1)**: 561 – 573.
- Mukherjee *et al.* 2005, Antiaangiogenic Properties of Gold Nanoparticles, *Clin Cancer Res*, **11**: 3530-3534.
- Musfiroh, E. 2012, Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas Nanopartikel Emas dengan berbagai Konsentrasi sebagai Material *Antiaging* dalam Kosmetik. *UNESA Journal of Chemistry*, **1(2)**.
- Nisa, V.M., Zahara, M. & Pudji, A. 2013, Efek pemberian ekstrak daun singkong (*Manihot esculenta*) terhadap proses penyembuhan luka gingival tikus (*Rattus norvegicus*), *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Jember.
- Ningsih, N.Y. 2016, 'Uji efek inhibisi enzim  $\alpha$ -glukosidase dan penentuan fenolik total dari ekstrak etanol daun tua dan pucuk daun tanaman afrika (*Vernonia amygdalina* Del.)', *Skripsi*, S.Farm., Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Indonesia.

- Noura, et al., 2018, Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils of Curcuma Species, *Review*.
- 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**.
- Ou, B., Huang. D.J., Woodill, M.H., Flanagan, J.A., and Deemer, E.K. 2002, Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study, *J. Agric. Food Chem.*, **50**:3122-3128.
- Padmawinata, K. & Soediro, I. 1985, *Analisis obat secara kromatografi dan mikroskopi*, Penerbit ITB, Bandung, Terjemahan: *Drugs analisis by chromatography and microscopy*, Stahl, E., Michigan, USA.
- Pal, L. S., U., Manna, P.K., Mohanta, G P. & Manavalan, R., 2011, Nanoparticle: An overview of preparation and characterization, *J Pharm Sci*, **6**:228-311.
- Permatasari, D. 2017, Pengaruh Penggunaan Pati Kentang (*Solanum tuberosum*) Termodifikasi Asetilasi-Oksidasi sebagai Gelling Agent Terhadap Stabilitas Gel Natrium Diklofenak, *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, **3(1)**: 25-32.
- Pomkeua, S. 2010, Chemical Constituents from The Rhizomes Curcuma zedoaria (Schristm.) Rosm. and the Steam of Citrus media Linn. {*M.Sc. Thesis*}. Prince of Songla University.
- Poulain, N. & Nakache, E. 1998, Nanoparticles from vesicles polymerization II evaluation of their encapsulation capacity, *J Polym Sci*, **36**: 3035 – 3043.
- Pranata, R. 2013, Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Kloroform Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Lemairei* Britton dan Rose) Menggunakan Metode DPPH, *Skripsi*, S.Farm, FK, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 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.
- Purnamasari, S.D. 2012, 'Formulasi dan uji penetrasi natrium diklofenak dalam emulsi dan mikroemulsi menggunakan virgin coconut oil (VCO) sebagai fase minyak', *Skripsi*, S.Farm, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia.
- Putri, M.S. 2014, White Tumeric (*Curcuma zedoaria*): Its Chemical Substance And The Pharmacological Benefits, *Journal Majority*, **3(7)**.

- Rawat, M.D., Singh, and S. Saraf. 2006, Nanocarriers: Promising Vehicle for Bioactive Drugs. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 29.
- Rakhi, M., dan Gopal, B.B. 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*.
- Riwayati, I. 2007, Analisa resiko pengaruh partikel nano terhadap kesehatan manusia, *J Sains*, **3(2)**: 17 – 18.
- Robinson, T. 1995, *Kandungan organik tumbuhan obat tinggi*, edisi ke-VI, diterjemahkan oleh Kokasih Padmawinata, Institiut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.
- Rorong, J.A. & Suryanto, E. 2010, Analisis fitokimia enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan efeknya sebagai agen fotoreduksi  $Fe^{3+}$ , *Chem prog*, **3**: 33 – 41.
- Saifudin, Azis, Viessa, R. & Hilwan, Y.T. 2011, *Standarisasi bahan obat alam*, Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Saputra, A.B. 2019, Preparasi dan Karakterisasi Submikro Partikel Poly-(Lactic-Co-Glycolic-Acid) Pembawa Ekstrak Benalu Teh (*Scurrula atropurpurea* BL. Dans) dengan Stabilizer Poly(Vinyl Alcohol) dan Variasi Waktu Sonikasi, *Skripsi*, S.Farm, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia.
- Sakinah, F. 2017, Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi Ekstrak Rimpang Kunyit Putih (*Curcuma longa* L.) Dan Rumput Bambu (*Lophatherum gracile* B.) Menggunakan Metode DPPH Serta Identifikasi Golongan Senyawa Aktifnya, *Skripsi*, S.Si, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, Indonesia.
- Sastrohamidjojo, S. 2007, *Dasar-dasar spektrofotokopi*, edisi ke-2, Liberty, Yogyakarta, Indonesia.
- Sastry.M, Ahmad. A, Khan. M, and Kumar. R. 2004, Microbial nanoparticle production, in *Nanobiotechnology*, ed. by Niemeyer CM and Mirkin CA. Wiley-VCH, Weinheim, 126.
- 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.

- Sela, dkk., 2014, *Potensi Antioksidan dan Aktivitas Antiproliferasi Ekstrak Kunyit Putih Pada Sel Hela (Curcuma zedoaria Rosc.)*, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Sembiring, B.B., Ma'mun, & Ginting, E.I. 2006. Pengaruh kehalusan bahan dan lama ekstraksi terhadap mutu ekstrak temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*), *Bul Littro*, **17**: 53 – 58.
- Setyowati, W.A.E., Ariani, S.R.D., Ashadi., Mulyani, B. & Rahmawati, C.P. 2014, Skrinning fitokimia dan identifikasi komponen utama ekstrak methanol kulit durian (*durio zibethinus murr.*) varietas petruk, *Skripsi*, S.Farm., Fakultas Farmasi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.
- Sharma, N., Parshotam, M. & Senshang, L. 2015, Effect of process and formulation variables on the preparation of parenteral paclitaxel-loaded biodegradable polymeric nanoparticles: A co-surfactant study, *Asian J Pharmaceutical*, **11(3)**: 404 – 413.
- Sibarani, J, dkk., 2019. Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC.*) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Indigosol Blue, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **22(5)**: 200-205.
- Skoog, D.A. and West, D.M. 1971, *Principles of Instrumental Analysis*, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.
- Sumardika, I.W. dan Jawi, I.W. 2012, Ekstrak Air Daun Ubi Jalar Ungu Memperbaiki Profil Lipid dan Meningkatkan SOD Darah Tikus yang Diberi Makanan Tinggi Kolesterol. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Medicins*, **43(2)**: 67-71.
- Susanty, E. 2014, Skrinning fitokimia ekstrak etanol daun gatal (*Laportea decumana* (Roxb.) Wedd), *Pharmacy*, **11(1)**: 98 – 107.
- Stahl, E., 1985, *Analisis Obat Secara kromatografi dan Mikroskopi*, diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro, ITB, Bandung, 3-12.
- Thangaraj,. 2016, Biochemical Change in Low Irradiance Tolerant and Succetible Rice Cultivars. *Biol. Plantarum*, **36(2)**: 237 – 242.
- Triyati, E. 1985, *Spektrofotometer Ultra-Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya 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 10 Juni 2019, <<http://www.tutorvista.com/content/physics/physics/matter/brownianmotin.php>>.

- 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, Goran T; Holdich, Richard G. 2011, *Encapsulation*, Loughborough University, United Kingdom.
- Verma H. N., Singh P., Chavan R. M. 2014, Gold nanoparticle: synthesis and characterization. *Veterinary World*, **7(2)**: 72–77.
- Wahyuningtyas, dkk., 2017, Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Kandungan Senyawa Terhadap Kandungan Senyawa Kurkumin dan Aktivitas Antioksidan Kunyit (*Curcuma domestica* Val.), *Jurnal ITEPA*, **6(2)**:61-70.
- Wardana, A.P. & Tukiran, 2016, Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kloroform Tumbuhan Gowok (*Syzygium polycephalum*), Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia.
- 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)**.
- 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.
- Werdhasari, A. 2014, Peran Antioksidan Bagi Kesehatan, *Naskah Asli*, **3**: 59-68.
- Wijaya, L. 2008, *Modifikasi Elektroda Karbon*, FMIPA, Universitas Indonesia.
- Wikipedia Foundation Inc. 2008, *Kurkumin*, diakses pada tanggal 17 Juli 2019, <[http://id.wikipedia.org/wiki/ Kurkumin](http://id.wikipedia.org/wiki/Kurkumin)>
- Winarsi, H. 2007, *Antioksidan alami dan radikal bebas*, edisi ke-1, Kanisius, Yogyakarta, Indonesia.
- Won, J., M.H. Oh., J.M. Oh., M.S. Kang., J.H. Choy., and S. Oh. 2008, Stability Analysis of Zinc Oxide-Nanoencapsulated Conjugated Linoleic Acid and GammaLinolenic Acid DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00924.x *Journal of Food Science*, **73(8)**: 39 –43.

- Xu, B.J. & Chang, K.C., 2007, A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvent, *J Food Sci*, **72(2)**: 159 – 166.
- Yeh Y.-C., Creran B., Rotello V. M. 2012, Gold nanoparticles: Preparation, properties, and applications in bionanotechnology, *Nanoscale*, **4(6)**: 1871– 1880.
- Yih, T.C. & Fandi, M. 2006, Engineered nanoparticles as precise drug delivery system, *J Cellular Biochemistry*, **97**: 1184 – 1190.
- Zakir, M., dkk. 2016, Sintesis Nanopartikel Emas Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminallia catappa*), Jurusan Kimia, FMIPA, Univeristas Hasanuddin.