

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EMAS
EKSTRAK DAUN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)
DENGAN PROSES BIOSINTESIS RAMAH LINGKUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana farmasi
(S.Farm) Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta



Oleh:

MUHAMMAD ALDIYAN FARADITA

13613026

PROGRAM STUDI FARMASI

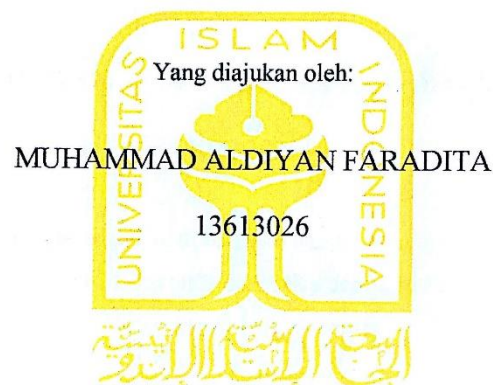
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

SKRIPSI

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EMAS
EKSTRAK DAUN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*)
DENGAN PROSES BIOSINTESIS RAMAH LINGKUNGAN**



Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama



Dra. Suparmi, M.Si., Apt

Pembimbing Pendamping



Bambang Hernawan Nugroho, M.Sc., Apt

SKRIPSI

PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EMAS EKSTRAK DAUN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*) DENGAN PROSES BIOSINTESIS RAMAH LINGKUNGAN

Oleh :

MUHAMMAD ALDIYAN FARADITA

13613026

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Islam Indonesia

Tanggal :

5 Mei 2017

Ketua Penguji : Dra Suparmi M.Si., Apt

Anggota Penguji : 1. Bambang Hernawan N., M.Sc., Apt

2. Lutfi Chabib S.Farm., M.Sc., Apt

3. Dr Is Fatimah., M.Si

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Drs. A. H. War, M.Sc., Ph.D

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan diterbitkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 5 Mei 2017

Penulis,



Muhammad Aldiyan Faradita

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan hidayah Allah SWT yang telah memberi ilmu pengetahuan dan kemudahan sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EMAS EKSTRAK DAUN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*) DENGAN PROSES BIOSINTESIS RAMAH LINGKUNGAN. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) Program Studi Farmasi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Penyusunan skripsi ini dapat terlaksana atas doa, bantuan, dan dorongan beberapa pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dra Suparmi M,Si., Apt. dan Bambang Hernawan Nugroho, M.Sc., Apt. selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing pendamping yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini sehingga mampu terselesaikan dengan baik.
2. Lutfi Chabib, S.Farm., M.Sc., Apt. Dan Dr. Is Fatimah M.Si selaku penguji yang telah memberikan semangat dan masukan dalam penyusunan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
3. Pinus Jumaryatno, M.Phil., Ph.D., Apt. selaku kepala Program Studi Farmasi yang telah memberikan fasilitas, kemudahan, serta dukungan.
4. Drs. Allwar, M.Sc., Ph.D. selaku dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas fasilitas dan kemudahan yang selama ini diberikan selama menjalani studi.
5. Bapak Hartanto, Bapak Angga, Bapak Bibit, Bapak Kuswandi, Ibu Yuli, Ibu Nangim, Ibu Latifah dan Ibu Putri selaku Laboran Laboratorium Farmasi Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu selama melaksanakan penelitian, baik bimbingan, masukan dan nasehatnya.
6. Segenap civitas akademik Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia dan berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun akan sangat membantu penulis demi kemajuan dan kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga Allah Swt berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Yogyakarta, 5 Mei 2017

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and curves, representing the name Muhammad Aldiyan Faradita.

Muhammad Aldiyan Faradita

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.1. Tujuan Penelitian.....	2
1.2. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II STUDI PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.1.1. Nanopartikel Emas	4
2.1.2. Singkong Karet (Manihot glaziovii)	5
2.1.3. Biosintesis Nanopartikel	6
2.1.4. Aqua Pro Injection	7
2.1.5. Asam Kloroaurat	8
2.1.6. Karakterisasi Nanopartikel Emas.....	8
2.1.6.1 Perubahan warna nanopartikel emas yang disintesis	8
2.1 Landasan Teori	10
2.2 Hipotesis.....	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Bahan dan Alat	13
3.1.1 Bahan	13
3.1.2 Alat.....	13
3.2 Cara Penelitian	13

3.2.1 Sistematika Kerja Penelitian	13
3.2.2 Preparasi	13
3.2.2.1 Pengumpulan dan pengeringan simplisia	13
3.2.2.2 Preparasi ekstrak Daun Singkong karet 5%.....	14
3.2.2.3 Pembuatan Nanopartikel emas dengan proses sintesis ramah lingkungan menggunakan ekstrak daun singkong dengan variasi kadar 1mm chlorauric acid dengan ekstrak 5%	15
3.2.3 Karakterisasi Nanopartikel Emas	15
3.2.3.1 Observasi visual perubahan warna nanopartikel emas yang disintesis	15
3.2.3.2 Observasi panjang gelombang serapan UV-Vis nanopartikel emas..	15
3.2.3.3 Pengukuran nanopartikel emas menggunakan PSA	15
3.2.3.4 Profil nanopartikel emas Fourier transform infrared (FTIR).....	15
3.2.3.5 Profil nanopartikel emas menggunakan scanning electron microscope energy dispersive (SEM-EDX)	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Karakterisasi Nanopartikel Emas	18
4.1.1 pengamatan perubahan warna nanopartikel emas	18
4.1.2 karakterisasi nanopartikel emas dengan spektrofotometer Uv-Vis	19
4.1.3 Ukuran Partikel	20
4.1.4 Karakterisasi Gugus Fungsi Nanopartikel Emas	21
4.1.6 Morfologi Nanopartikel	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	24
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	28

Daftar Gambar

Gambar 2.1.	Aplikasi Nanopartikel Emas	4
Gambar 2.2.	Singkong Karet	6
Gambar 2.3.	Metode Biosintesis Nanopartikel	7
Gambar 2.4.	TEM	10
Gambar 3.1.	Skema Kerja	12
Gambar 4.1.	Perubahan Warna Nanopartikel Emas	17
Gambar 4.2.	Overlay Spektrofotometri Jam ke 0	18
Gambar 4.2.	Overlay Spektrofotometri Jam ke 24	19
Gambar 4.3.	FTIR Daun Singkong Karet	20
Gambar 4.4.	FTIR Nanopartikel Emas	21
Gambar 4.5.	Morfologi TEM Nanopartikel Emas	21
Gambar 4.6.	Morfologi SEM Nanopartikel Emas	22

Daftar Tabel

Tabel 3.1.	Variasi Formula	14
Tabel 4.1.	Hasil data ukuran partikel dan nilai PI.....	19

Daftar Lampiran

Lampiran 1	Data Panjang Gelombang nanopartikel emas	27
Lampiran 2	Data Ukuran Partikel.....	29
Lampiran 3	Daftar Alat.....	30

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EMAS
EKSTRAK DAUN SINGKONG KARET (*Manihot glaziovii*) DENGAN
PROSES BIOSINTESIS RAMAH LINGKUNGAN**

**Muhammad Aldiyan Faradita
Program Studi Farmasi**

INTISARI

Daun singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan tanaman obat yang belum banyak digunakan di Indonesia. Senyawa golongan flavonoid menjadi senyawa aktif pada ekstrak daun singkong karet yang memiliki kelarutan yang baik dalam air. Metode yang dapat digunakan dalam pembentukan nanopartikel emas salah satunya dengan proses biosintesis ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan preparasi dan karakterisasi nanopartikel emas dengan ekstrak daun singkong karet dengan kandungan senyawa *flavonoid*. Observasi perubahan warna dilakukan secara visual. Waktu pembentukan nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer *Uv-Vis*. Ukuran partikel dapat diketahui dengan *particle size analyzer*. Morfologi nanopartikel emas dapat diketahui dengan menggunakan SEM sedangkan profil dari nanopartikel emas dapat diketahui dengan menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR). Karakteristik dari nanopartikel emas ekstrak singkong karet yang dihasilkan dengan proses biosintesis ramah lingkungan, didapatkan perubahan warna kuning menjadi merah ungu, didapat panjang gelombang dalam range 500-550 yaitu pada panjang gelombang 532 nm. Ukuran partikel yang didapat sebesar 58,63 nm. Sedangkan bentuk nanopartikel yang terlihat berbentuk *spherical*. Dalam proses pembentukan nanopartikel tidak ada kelompok-kelompok fungsional yang berbeda signifikan yang bertanggung jawab dalam pembentukan nanopartikel emas

Kata kunci : Ekstrak singkong karet, Nanopartikel Emas, Biosintesis.

**THE EFFECT OF CASSAVA LEAF EXTRACT (*Manihot glaziovii*)
CONCENTRATION TO GOLD NANOPARTICLES
CHARACTERIZATION WITH ECO-FRIENDLY BIOSYNTHESIS
PROCESS**

Muhammad Aldiyan Faradita

Department of Pharmacy

Abstract

Leaves of cassava rubber (*Manihot glaziovii*) is a medicinal plant that has not been widely used in Indonesia. The compound of flavonoid group becomes active compound on cassava leaf extract which has good solubility in water. The method that can be used in the formation of gold nanoparticles one of them with environmentally friendly biosynthesis process. The aim of this study is to preparation and characterization of gold nanoparticles with flavonoids. The observation in this study are color change which done by visually, effect of mixing time in nanoparticle formation determined by UV-Vis spectrophotometer, the particle size which determined by particle size analyzer, morphology of the gold nanoparticles which determined by using the scanning electron microcopy (SEM) and transmission electron microscopy (TEM) , while the profile of the gold nanoparticles can be determined by using Fourier transform infrared (FTIR). Characteristics of cassava extract gold nanoparticles produced rubber with environmentally friendly biosynthetic process, the yellow color changes to red purple, got a wavelength in the range 500-550 at a wavelength of 532 nm. The particle size obtained was 58.63 nm. While the nanoparticles are spherical shaped look. In the process of formation of nanoparticles has no functional groups that differed significantly responsible for the formation of gold nanoparticles

Keyword: leaves of cassava rubber, Gold nanoparticle, Biosynthesis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi nanopartikel dalam sistem penghantaran obat modern telah menjadi strategi yang dapat memanipulasi struktur, dan ukuran partikel. Skala ukuran dalam teknologi nanopartikel 1 sampai 100 nm. Partikel yang berukuran nano memiliki kemampuan yang dapat meningkatkan sistem penghantaran obat. Tujuan dari sistem penghantaran obat menggunakan nanoteknologi adalah untuk mengatur ukuran partikel dari obat, mengubah sifat-sifat permukaan obat dan mengatur waktu pelepasan obat. Nanopartikel dapat meningkatkan bioavailabilitas, dan efektivitas obat⁽¹⁾.

Biosintesis metalik nanopartikel dapat dilakukan dengan menggunakan emas, perak, zink, dan platinum. Kini penelitian tentang nanopartikel logam telah banyak berfokus pada biosintesis menggunakan emas⁽²⁾. Biosintesis nanopartikel emas dapat dilakukan dengan penggunaan bahan-bahan yang ramah lingkungan seperti ekstrak tanaman, mikroba dan enzim⁽³⁾. Pemanfaatan tanaman menjadi pilihan yang paling banyak digunakan dalam biosintesis metalik nanopartikel karena ramah lingkungan, mudah tersedia, dan langkah pemurnian yang mudah⁽⁴⁾. Biosintesis emas telah banyak digunakan dari berbagai macam tanaman selain itu kandungan senyawa dalam tanaman dapat menjadi agen pereduksi dalam proses sintesis nanopartikel emas⁽⁵⁾. Salah satu Senyawa yang dapat digunakan sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel emas yaitu senyawa flavanoid. Daun singkong memiliki kandungan senyawa flavonoid berupa rutin⁽⁶⁾

Singkong merupakan tanaman perdu didaerah dengan iklim tropik dan subtropik yang termasuk dalam suku Euphorbiaceae. Umbi nya dapat digunakan sebagai bahan makanan sedangkan daun nya dapat di gunakan sebagai sayuran. Daun singkong mengandung senyawa vitamin C, *flavonoid*, *triterpenoid*, *tanin* dan *saponin*⁽⁷⁾. Flavanoid dan saponin telah diketahui memiliki aktivitas antimikroba, dan antivirus⁽⁸⁾. Pada penelitian sebelumnya daun singkong dibuat dalam bentuk sediaan krim hidrokarbon, salep, gel

Pada penelitian ini dilakukan preparasi nanopartikel emas dengan ekstrak daun singkong karet 5% dengan proses biosintesis ramah lingkungan. ekstrak daun singkong karet 5% yang digunakan dalam pembentukan nanopartikel emas berfungsi sebagai agen pereduksi dan agen stabilisator. Untuk mengetahui kualitas dari nanopartikel emas, perlu dilakukan adanya karakterisasi secara menyeluruh. Karakterisasi diperlukan untuk memahami permasalahan yang terjadi selama preparasi. Karakterisasi nanopartikel emas meliputi observasi perubahan warna, waktu pembentukan nanopartikel emas, ukuran partikel, morfologi nanopartikel emas, dan profil nanopartikel emas. Observasi perubahan warna dilakukan secara *visual*. Waktu pembentukan nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer *Uv-Vis*. Ukuran partikel dapat diketahui dengan *particle size analyzer*. Morfologi nanopartikel emas dapat diketahui dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dan *transmission electron microscopy* (TEM) sedangkan profil dari nanopartikel emas dapat diketahui dengan menggunakan *Fourier transform infrared* (FTIR)

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah cara preparasi nanopartikel emas dengan menggunakan proses sintesis ramah lingkungan ?
2. Bagaimanakah karakteristik nanopartikel emas yang dihasilkan dengan proses sintesis ramah lingkungan ?

1.1. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui cara preparasi nanopartikel emas dengan menggunakan proses sintesis ramah lingkungan.
2. Mengetahui karakteristik nanopartikel emas yang dihasilkan dengan proses sintesis ramah lingkungan.

1.2. Manfaat Penelitian

1. Bagi perusahaan farmasi khususnya dalam bidang industri, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan inovasi baru dalam pengembangan sediaan berupa formulasi sediaan nanopartikel emas ekstrak daun singkong.

2. Bagi masyarakat khususnya dalam bidang kesehatan, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai preparasi dan karakteristik nanopartikel emas yang dihasilkan dengan proses sintesis ramah lingkungan.
3. Bagi mahasiswa khususnya dalam bidang teknologi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan penelitian mengenai studi nanopartikel emas dengan menggunakan proses ramah lingkungan.

BAB II

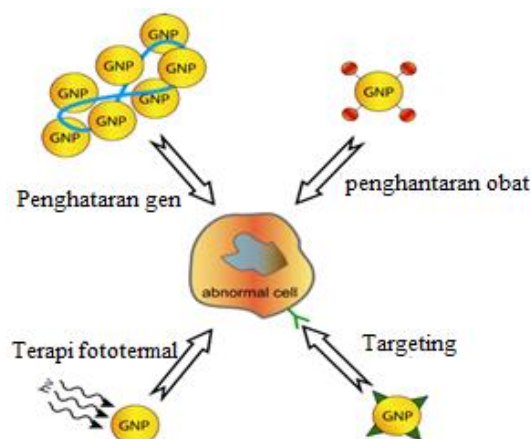
STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1. Nanopartikel Emas

Nanopartikel didefinisikan sebagai struktur koloidal yang berukuran nanometer dengan rentang ukuran 1-1000 nm. Berdasarkan metode pembuatannya, dapat diperoleh nanosfer atau nanokapsul yang didalamnya terdapat obat baik dengan cara dilarutkan, dijerat, dikapsulasi atau diikatkan pada matrik nanopartikel⁽⁹⁾.

Nanopartikel emas (AuNPs) biasa untuk penghantaran suatu molekul obat menuju reseptor atau target nya. Molekul molekul tersebut dibagi menjadi dua yaitu molekul obat kecil dan biomolekul yang besar seperti protein, DNA, atau RNA⁽¹⁰⁾. Nanopartikel emas memiliki struktur kimia yang khas dan sifat fisik yang dapat digunakan dalam transport obat. Inti emas pada dasarnya inert dan tidak toksik. Dalam sintesis nanopartikel lebih mudah membentuk monodispersi dengan ukuran 10nm-100nm⁽¹¹⁾.



Gambar 2.1 Aplikasi nanopartikel emas⁽¹¹⁾

Nanopartikel emas dapat digunakan sebagai fototermal terapi, penghantaran gen, penghantaran obat, dan targeting. untuk deteksi kanker dan agen terapi untuk sel-sel kanker. Nanopartikel Emas digunakan dalam sistem penghantaran obat yang efektif dan ditargetkan di daerah sel target dengan pelabelan⁽¹²⁾. Nanopartikel emas juga dapat menghantarkan obat pada sel yang ditargetkan, diagnosis, dan terapi. Hal tersebut karena nanopartikel emas berukuran sangat kecil, luas permukaan yang tinggi, stabilitas, dan tidak sitotoksik. Nanopartikel emas difungsikan sebagai biomolekul seperti protein, DNA, asam amino dan asam karboksilat yang digunakan dalam terapi kanker⁽¹³⁾.

2.1.2. Singkong Karet (*Manihot glaziovii*)

Singkong atau Ubi Kayu (*Manihot glaziovii*) adalah tanaman pokok di banyak daerah tropis. Merupakan tanaman yang dapat memberikan hasil yang tinggi walaupun tumbuhnya pada lahan yang kurang subur ataupun lahan dengan curah hujan yang rendah. Famili *euphorbiaceae* adalah famili tumbuhan berbunga yang terdiri dari 300 genus dan meliputi 7.500 spesies tumbuhan dimana hampir semuanya merupakan tumbuhan herbal namun beberapa diantaranya, terutama yang berada di daerah tropis adalah perdu dan pohon ⁽¹⁴⁾. Tumbuhan singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan tanaman pangan berupa perdu dengan nama lain ketela karet, ubi karet. singkong karet (*Manihot glaziovii*) berasal dari negara amerika latin, atau tepatnya dari Brazil

Sistematika tanaman singkong karet (*Manihot glaziovii*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (berpembuluh)
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (Menghasilk biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Sub Kelas	: <i>Rosidae</i>

Ordo : *Euphorbiales*
 Famili : *Euphorbiaceae*
 Genus : *Manihot*
 Spesies : *Manihot glaziovii*



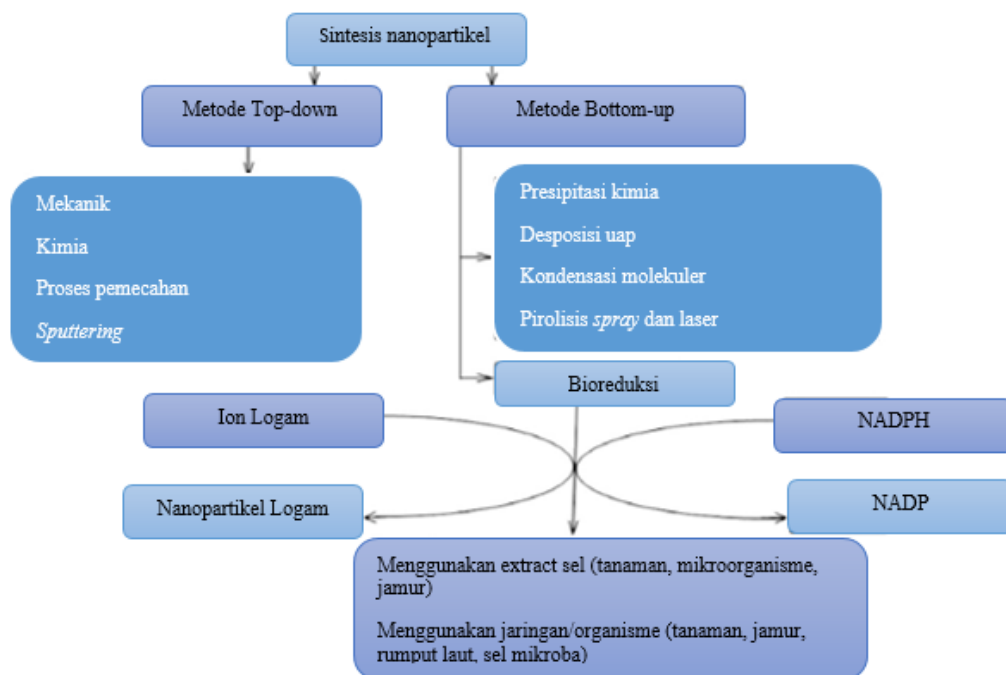
Gambar 2.2 Daun singkong karet (*manihot glaziovii*)

Flavonoid, triterpenoid, saponin, tannin dan vitamin C merupakan kandungan yang terkandung dalam daun singkong. Selain itu, daun singkong juga mengandung protein, lemak dan zat besi⁽¹⁵⁾. Daun singkong merupakan jenis sayuran yang memiliki kandungan flavonoid tinggi. Flavonoid merupakan senyawa metabolik sekunder yang merupakan senyawa fenolik dengan struktur kimia $C_6-C_3-C_6$. Flavonoid merupakan senyawa yang larut dalam air. Flavonoid yang banyak terkandung dalam daun singkong adalah rutin⁽¹⁶⁾.

2.1.3. Biosintesis Nanopartikel

Nanopartikel logam dapat dibuat melalui proses kimia, fisika, atau biologi. Dibandingkan dengan metode lain, sintesis secara biologi (biosintesis) disarankan sebagai metode yang baik dalam membuat nanopartikel, karena metode-metode lain seperti metode kimia dan fisika dapat menimbulkan berbagai masalah, seperti penggunaan pelarut beracun, mengeluarkan limbah berbahaya, dan membutuhkan energi yang tinggi⁽¹⁷⁾. Sintesis dengan metode fisika memerlukan suhu tinggi dan metode kimia membutuhkan tekanan yang tinggi. Hal tersebut menandakan metode sintesis nanopartikel secara fisika dan kimia memerlukan kondisi yang

lebih rumit dibandingkan dengan biosintesis nanopartikel. Sedangkan sintesis dengan metode biologi merupakan sintesis yang nontoksik, murah, ramah lingkungan, dan energi yang digunakan lebih sedikit. Produksi nanopartikel dalam skala besar dengan menggunakan metode kimia dan fisika biasanya menghasilkan partikel yang lebih besar dalam ukuran mikrometer.



Gambar 2.3 Metode biosintesis nanopartikel emas

Biosintesis nanopartikel merupakan pengembangan teknologi baru dengan menghasilkan nanopartikel logam dari sel mikroba serta melibatkan reaksi enzimatik. Biosintesis nanopartikel berlangsung dalam mekanisme khusus yang bervariasi, meliputi sistem efluksi, reaksi oksidasi-reduksi, bioabsorpsi, bioakumulasi, presipitasi logam, dan sistem transport spesifik logam⁽¹⁸⁾.

2.1.4. Aqua Pro Injection

Aqua pro injection atau air steril untuk injeksi merupakan air murni yang disterilkan dan dikemas dengan cara yang sesuai. *Aqua pro injection* tidak mengandung bahan anti mikroba ataupun bahan tambahan. *Aqua pro injection*

berupa cairan jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau. Syarat *aqua pro injection* adalah steril, bebas pirogen, isohidris, isotonis, jernih, dan tidak toksik

2.1.5. Asam Kloroaurat

Asam kloroaurat adalah senyawa anorganik dengan rumus kimia HAuCl_4 . Kristal tetrahydrate diketahui mengandung H_5O^{+2} , AuCl_4^- dan dua molekul air. Asam kloroaurat bersifat hidrofilik, selain larut dalam air senyawa ini juga larut dalam pelarut alkohol, ester, eter, dan keton⁽¹⁹⁾. Asam kloroaurat diproduksi dengan melarutkan emas kedalam larutan aqua regia (campuran terkonsentrasi nitrat dan asam klorida) diikuti oleh penguapan larutan.

2.1.6. Karakterisasi Nanopartikel Emas

2.1.6.1 Perubahan warna nanopartikel emas yang disintesis

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa dalam proses pembentukan nanopartikel emas akan terjadi perubahan warna. Perubahan warna yang terjadi selama sintesis menunjukkan pertumbuhan *cluster* yang dihasilkan semakin besar. Atom emas yang belum saling berinteraksi satu sama lain akan tidak berwarna. Dalam jumlah tertentu *cluster* emas akan memberikan warna biru tua yang diikuti menjadi warna merah, saat *cluster* semakin besar dan saat memasuki ukuran nano, emas menjadi berwarna merah anggur⁽²⁰⁾.

2.1.6.2 Waktu Pembentukan Nanopartikel Emas

Spektrofotometer UV-VIS merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengukur penyerapan suatu senyawa (absorbansi = A) pada panjang gelombang (λ) cahaya ultraviolet (UV) dan sinar tampak (Visible). Spektrofotometer UV-VIS dapat digunakan untuk aplikasi analisis kuantitatif karena relatif menghasilkan spektrum yang cukup baik dan tepat.

Berdasarkan cara kerjanya, spektrofotometer dibedakan menjadi dua, yaitu spektrofotometer sinar tunggal (*single beam*) dan spektrofotometer sinar ganda (*double beam*). Keduanya digunakan dalam penyerapan sinar cahaya pada daerah ultraviolet dan sinar tampak. Spektrofotometer dapat digunakan untuk mengetahui panjang gelombang maksimal nanopartikel emas. Hal ini didasarkan pada

perubahan nilai panjang gelombang. Pada umumnya nanopartikel logam berada pada rentang panjang gelombang 300-800 nm dengan rentang ukuran partikel 10 sampai dengan 100 nm⁽²¹⁾. Nanopartikel emas memiliki rentang panjang gelombang yang spesifik yaitu berada pada rentang 500-550 nm.

2.1.6.3 Ukuran Partikel dan Distribusi Ukuran Partikel

PSA merupakan alat yang mampu mengukur distribusi ukuran partikel. Metode lain yang dapat digunakan untuk menentukan distribusi ukuran partikel yaitu dengan menggunakan metode ayakan dan *coulter counter*

PSA dapat digunakan untuk menganalisis partikel suatu sampel yang bertujuan menentukan ukuran globul dan distribusi ukuran partikel dari sampel. Distribusi ukuran partikel dapat diketahui melalui gambar yang dihasilkan. Nilai polidispersitas indeks (PI) menggambarkan distribusi ukuran partikel. Nilai PI yang baik menunjukkan stabilitas jangka panjang yang baik.

2.1.6.4 Gugus Fungsional Nanopartikel Emas

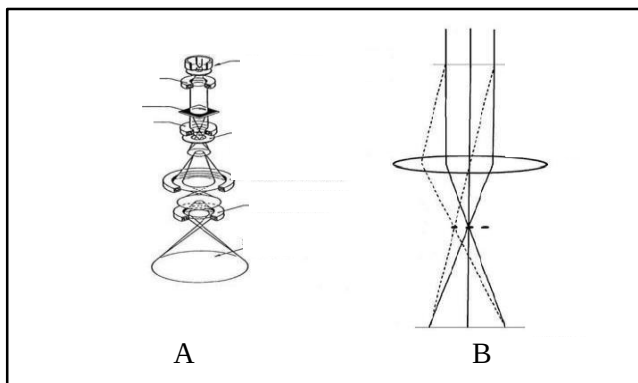
Fourier transform infrared (FTIR) dapat digunakan untuk mengetahui karakterisasi gugus fungsional nanopartikel emas. FTIR merupakan metode bebas reagen dan tanpa menggunakan radioaktif. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsional suatu senyawa dari absorbansi inframerah⁽²²⁾.

2.1.6.5 Morfologi Nanopartikel Emas

Karakterisasi bentuk dan permukaan (morfologi) dari partikel nano dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa alat yaitu *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Transmission Electron Microscopy* (TEM), dan *Scanning Transmission Electron Microscopy* (STEM). SEM, TEM, dan STEM memiliki kesamaan dalam karakterisasi yaitu memiliki sumber elektron yang akan menembakkan elektron menuju sampel dan ruang vakum. Perbedaan dapat diamati antara SEM dan TEM, sedangkan pada STEM merupakan gabungan kedua alat tersebut, dan memiliki harga yang lebih mahal⁽²³⁾.

Pada SEM, elektron yang ditembakkan hanya melewati permukaan sampel, sehingga seluruh permukaan sampel dapat teramati dengan baik. Pada TEM, elektron ditransmisikan hingga menembus sampel, sehingga membutuhkan

energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan SEM. Karakterisasi menggunakan TEM akan memberikan hasil berupa permukaan sampel hingga komponen penyusun sampel⁽²⁴⁾



Gambar 2.4 Rangkaian Alat *Transmission Electron Microscopy*

Keterangan :

Gambar 1 : Komponen alat *transmission electron microscopy*

Gambar 2 : Transmisi elektron pada sampel

2.1 Landasan Teori

nanopartikel dalam sistem penghantaran obat modern telah menjadi strategi yang dapat memanipulasi struktur, dan ukuran partikel. Skala ukuran dalam teknologi nanopartikel 1 sampai 100 nm. Terdapat berbagai macam zat yang dapat ditambahkan untuk membantu proses pembentukan nanopartikel, salah satunya adalah penggunaan ion logam seperti emas. Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh *Kumar et al* (2013), metode sintesis nanopartikel dengan menggunakan emas dan ekstrak tanaman akan mempercepat terbentuknya nanopartikel yaitu hanya dalam hitungan menit. Penelitian penggunaan tanaman sebagai agen reduksi dalam pembentukan nanopartikel emas belum banyak dilakukan, dalam penelitian sebelumnya digunakan ekstrak tanaman *Rosa rugosa*, *Psidium guajava*, dan *Curcuma longa*

Karakterisasi secara menyeluruh meliputi waktu pembentukan, ukuran partikel, karakterisasi morfologi partikel, dan potensial gugus fungsi dilakukan untuk mengetahui kualitas nanopartikel yang dihasilkan. Nanopartikel emas akan

spesifik muncul pada panjang gelombang 500-550 nm. Menurut Annamalai *et al* (2013) menyatakan bahwa nanopartikel yang di sintesis dengan metode biosintesis akan menghasilkan ukuran partikel antara 10-100 nm dan dengan ukuran yang seragam. Kristal pada nanopartikel emas akan membentuk *spherical*

2.2 Hipotesis

1. Formula yang dapat menghasilkan nanopartikel emas ekstrak daun singkong adalah formula dengan perbandingan 1 bagian emas : 2 bagian ekstrak daun singkong.
2. Karakteristik nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet (*Manihot glaziovii*) yang dihasilkan berada pada rentang ukuran 10-100 nm. Hasil analisis spektrofotometri akan menunjukkan bahwa nanopartikel emas secara spesifik akan muncul pada panjang gelombang 500-550 nm.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *aqua pro injection*, asam kloroaurat, dan daun singkong karet (Merapi Farma).

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alumunium voil, batang pengaduk, bluetip, fourier transform infrared, heater, kertas saring, mikropipet, oven, *particle size analyzer* (Horiba Scientific, Nano Particle Analyzer SZ-100), *Scanning Electron Microscope Energy Dispensive* (SEM-EDX), *Transmission Electron Microscopy* (TEM) seperangkat alat gelas, spektrofotometer *Uv-Vis*, dan FTIR.

3.2 Cara Penelitian

3.2.1 Sistematika Kerja Penelitian

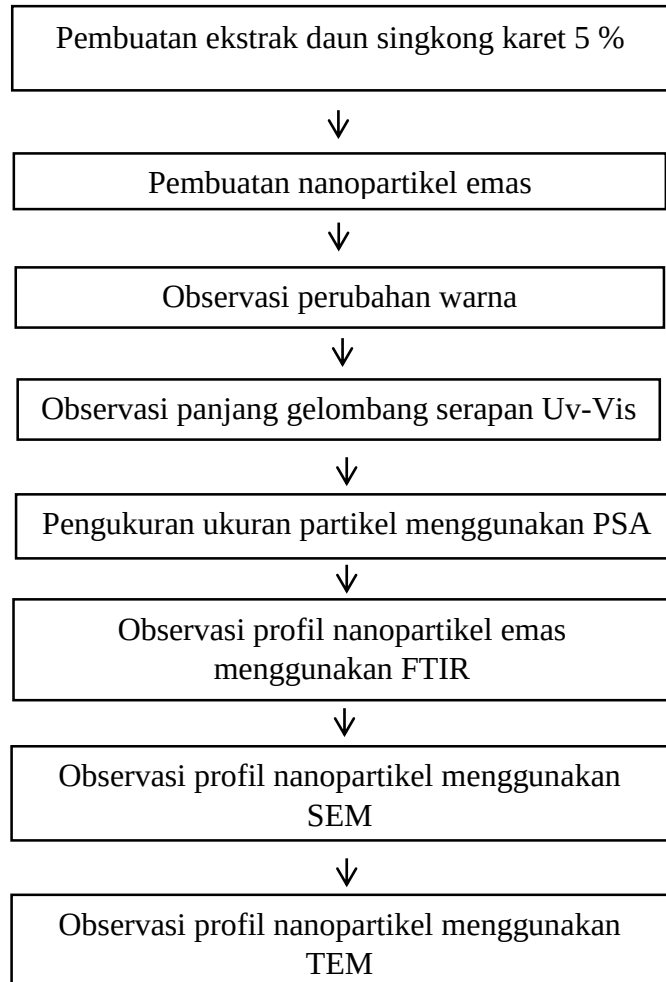
Sistematika kerja pada penelitian ini berisi urutan proses pembuatan sampel singkong karet , pembuatan nanopartikel emas, observasi visual perubahan warna nanopartikel emas, observasi panjang gelombang serapan *Uv-Vis* nanopartikel emas berdasarkan konsentrasi ekstrak, pengukuran ukuran nanopartikel emas menggunakan PSA, melihat morfologi nanopartikel emas menggunakan SEM dan TEM, dan melihat nanopartikel emas menggunakan FTIR. Analisis hasil penentuan ukuran partikel dan PI menggunakan nilai rata rata dan standar deviasi (SD). Skema penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**

3.2.2 Preparasi

3.2.2.1 Pengumpulan dan pengeringan simplisia

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun singkong karet. Tumbuhan ini diperoleh dari Merapi Farma, Yogyakarta. Daun singkong

yang sudah dicuci dan dibersihkan kemudian dirajang menjadi potongan kecil. Daun singkong yang sudah dirajang dikeringkan pada suhu 55°C selama 24 jam.



Gambar 3.1 Skema penelitian

3.2.2.2 Preparasi ekstrak Daun Singkong karet 5%

Ditimbang 5 gram daun singkong yang sudah di keringkan dan dibungkus dengan kertas saring. Daun singkong kering yang sudah terbungkus dengan kertas saring kemudian di ekstrak menggunakan 100 mL *aqua pro injection* dengan suhu 70°C selama 15 menit.

3.2.2.3 Pembuatan Nanopartikel emas dengan proses sintesis ramah lingkungan menggunakan ekstrak daun singkong dengan variasi kadar 1mM chloroauric acid dengan ekstrak 5%

Disiapkan 1000 uL ekstrak daun singkong karet 5% kemudian dimasukkan dalam *microtube*. Diamil dengan pipet asam kloroaurat 1mM dengan volume tertentu sesuai dengan **Tabel 3.1**. Kemudian dimasukkan ke dalam *microtube* yang sudah berisi ekstrak daun singkong karet 5%. Dilakukan uji karakterisasi nanopartikel emas.

3.2.3 Karakterisasi Nanopartikel Emas

3.2.3.1 Observasi visual perubahan warna nanopartikel emas yang disintesis

Pengamatan perubahan warna secara visual dilakukan pada 0, dan 24 jam.

3.2.3.2 Observasi panjang gelombang serapan UV-Vis nanopartikel emas

Pengamatan panjang gelombang nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visible. Panjang gelombang sintesis nanopartikel emas diukur pada interval waktu yang berbeda yaitu pada jam ke 0 dan 24 dalam rentang antara 500 nm sampai 550 nm menggunakan Spektrofotometer UV 1800 Shimadzu.

3.2.3.3 Pengukuran nanopartikel emas menggunakan PSA

Pengukuran ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan *particle size analyzer* (Horiba Scientific, Nano Particle Analyzer SZ-100). Perhitungan ukuran partikel dilakukan untuk mengetahui perbedaan ukuran partikel berdasarkan variasi jumlah asam kloroaurat yang ditambahkan.

3.2.3.4 Profil nanopartikel emas *Fourier transform infrared* (FTIR)

Sampel diukur pada range 2000-200 cm^{-1} dengan menggunakan *Fourier transform infrared* (FTIR). Sampel yang diukur adalah sampel ekstrak tunggal, dan sampel dengan nanopartikel emas setelah 48 jam sintesis.

Tabel 3.1 Formulasi Nanopartikel Emas

Formula	Ekstrak Daun Singkong 5%	Choloauric acid 1mM
F1	1000	25
F2	1000	50
F3	1000	75
F4	1000	100
F5	1000	125
F6	1000	150
F7	1000	175
F8	1000	200
F9	1000	225
F10	1000	250
F11	1000	275
F12	1000	300
F13	1000	325
F14	1000	350
F15	1000	375
F16	1000	400
F17	1000	425
F18	1000	450
F19	1000	475
F20	1000	500
F21	1000	525
F22	1000	550
F23	1000	575
F24	1000	600
F25	1000	625
F26	1000	650
F27	1000	675
F28	1000	700
F29	1000	725
F30	1000	750
F31	1000	775
F32	1000	800
F33	1000	825
F34	1000	850
F35	1000	875
F36	1000	900
F37	1000	925
F38	1000	950
F39	1000	975
F40	1000	1000

3.2.3.5 Profil nanopartikel emas menggunakan *scanning electron microscope energy dispersive* (SEM-EDX)

Analisis dengan menggunakan *scanning electron microscope energy dispersive* (SEM-EDX) dilakukan dengan meneteskan sampel dengan jumlah yang kecil ke dalam kisi karbon berlapis tembaga, kemudian lapisan tipis sampel dibiarkan sampai mengering.

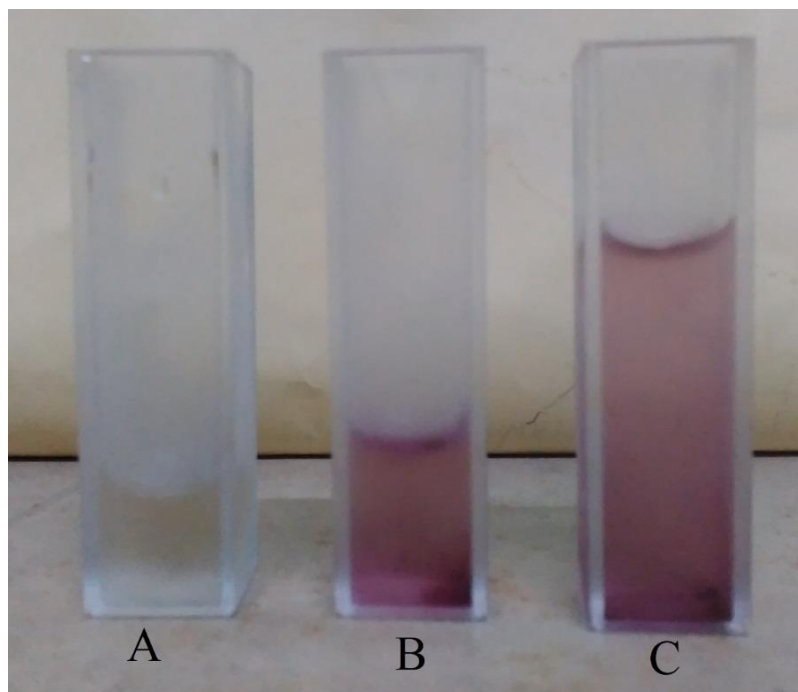
3.2.3.6 Observasi profil nanopartikel emas menggunakan *transmission electron microscopy* (TEM)

Selain menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), morfologi nanopartikel emas juga dilakukan dengan menggunakan *transmission electron microscopy* (TEM). Analisis TEM dilakukan dengan tujuan melihat ukuran partikel dan struktur nanopartikel emas.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Karakterisasi Nanopartikel Emas

4.1.1 pengamatan perubahan warna nanopartikel emas

Pengamatan perubahan warna pada nanopartikel emas dilakukan dengan mengamati perubahan warna nanopartikel emas. Pengamatan perubahan warna atau visual bersifat kualitatif untuk melihat proses pembentukan nanopartikel emas. Pengamatan dilakukan untuk melihat perubahan warna yang terjadi sebelum ekstrak ditambahkan dan setelah ekstrak ditambahkan kedalam larutan asam kloroaurat 1mM. Perubahan warna menandakan terbentuknya nanopartikel emas.



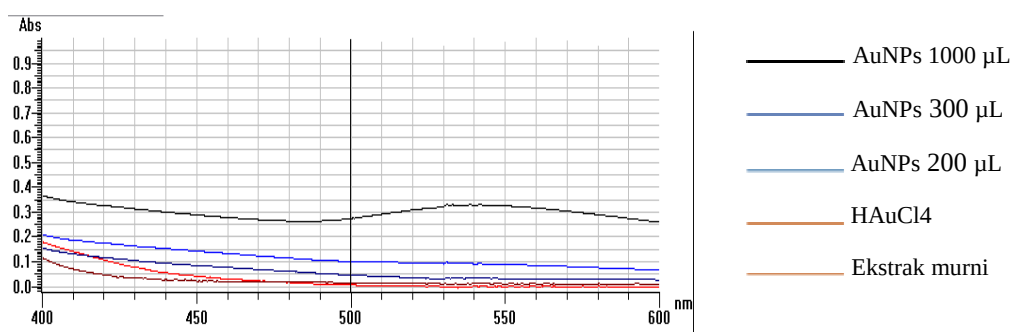
Gambar 4.1 visual nanopartikel emas A. AuNPs 200ul B. AuNPs 300ul C. AuNPs 1000 ul

Pada Gambar 4.1 perubahan warna terjadi pada sampel b dan c sedangkan pada sampel a tidak terjadi perubahan warna dapat dikarenakan proses biosintesis belum terjadi dengan penambahan konsentrasi asam kloroaurat 200ul. Hasil yang didapat perubahan warna pada sampel f4 sampai f12 dengan variasi jumlah asam

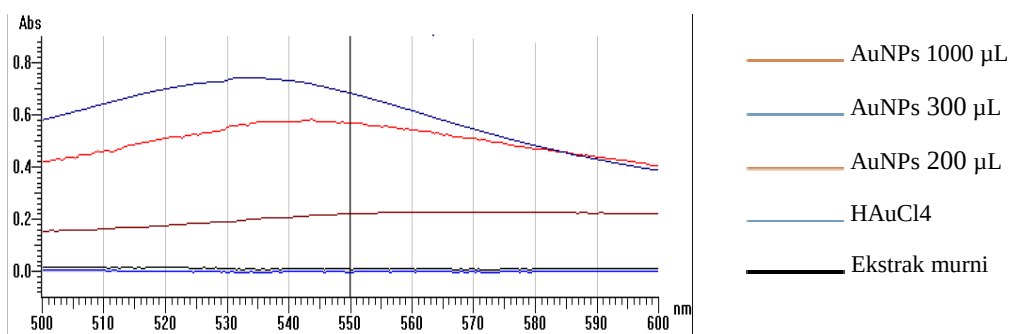
kloroaurat yang ditambahkan dapat dilihat pada tabel 3.1 terjadi perubahan warna dari kuning menjadi merah ungu ketika ditambahkan ekstrak (pada jam ke0). Pada sampel f13 sampai f40 perubahan warna terjadi pada waktu 24 jam setelah ekstrak ditambahkan. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa konsentrasi asam kloroaurat yang ditambahkan berpengaruh terhadap waktu yang dibutuhkan untuk terjadi nya perubahan warna, semakin kecil konsentrasi asam kloroaurat yang ditambahkan maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil, sedangkan konsentrasi asam kloroaurat ang ditambahkan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan lebih besar. pada formula f1 dan f2 tidak terjadi perubahan warna dapat dikarenakan oleh perbandingan ekstrak dan asam kloroaurat ang digunakan terlalu kecil sehingga dimungkinkan proses biosintesis nanopartikel emas tidak terjadi.

4.1.2 karakterisasi nanopartikel emas dengan spektrofotometer Uv-Vis

Spektrofotometer digunakan untuk mengetahui lamda maksimal dari pembentukan nanopartikel emas. Dimulai dengan mengukur panjang gelombang maksimal dari ekstrak daun singkong karet dan larutan H_{AuCl}4 1mM. Didapat lamda maksimal pada panjang gelombang 425,2 nm dan 446,4 nm. Pola serapan dan panjang gelombang dari kedua larutan menjadi acuan atau monitoring pembentukan nanopartikel emas. Panjang gelombang maksimal yang didapat pada waktu 0 dan 24 jam dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Hasil Spektrofotometri pada waktu ke 0



Gambar 4.3 Hasil spektrofotometer pada jam ke 24

Dari hasil spektrofotometer UV-Vis pada gambar 4.2 dan 4.3 dapat dilihat perbedaan yang signifikan panjang gelombang maksimal yang didapatkan hal ini dapat disebabkan adanya pergeseran balokronik dari panjang gelombang maksimum HAuCl_4 1mM yaitu 446 nm menjadi 525 nm – 540 nm setelah 24 jam. Hasil ini mendukung dari hasil yang sebelumnya yaitu pada uji perubahan warna terjadi perubahan warna dari kuning menjadi merah muda atau ungu.

4.1.3 Ukuran Partikel

Penentuan ukuran partikel nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan alat *particle size analyzer* (Horiba Scientific, Nano Particle Analyzer SZ-100). Nilai ukuran globul dan indeks polidispersitas nanopartikel sampel F4, F8, F12, F16, F20, F24, F28, F32, F36, F40 dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil pengukuran ukuran partikel 10 formula

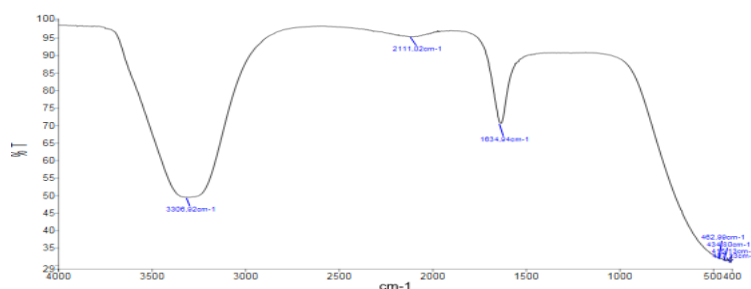
Formula	Ekstrak : Gold (uL)	ukuran partikel (nm)	PI (D)
F4	1000 : 100	$63,5 \pm 3,99$	$0,18 \pm 0,09$
F8	1000 : 200	$58,7 \pm 1,18$	$0,26 \pm 0,07$
F12	1000 : 300	$58,6 \pm 0,90$	$0,22 \pm 0,04$
F16	1000 : 400	$64,8 \pm 0,78$	$0,39 \pm 0,04$
F20	1000 : 500	$88,7 \pm 4,20$	$0,44 \pm 0,02$
F24	1000 : 600	$95,9 \pm 3,04$	$0,26 \pm 0,09$
F28	1000 : 700	$90,6 \pm 1,35$	$0,32 \pm 0,01$
F32	1000 : 800	$92,2 \pm 2,13$	$0,25 \pm 0,05$
F36	1000 : 900	$113,9 \pm 0,90$	$0,40 \pm 0,08$
F40	1000 : 1000	$66,78 \pm 1,10$	$0,14 \pm 0,02$

Pada formula F12 dengan jumlah emas 300 uL menghasilkan ukuran partikel terkecil yaitu $58,6 \pm 0,90$ dengan nilai indeks polidispersitas $0,224 \pm 0,047$. Hasil yang didapat telah masuk kedalam nilai ukuran partikel yang baik untuk nanopartikel emas yaitu 1-200 nanometer sedangkan untuk nilai polidispersitas mendapatkan hasil $<0,7$ yaitu $0,22 \pm 0,04$

Nilai indeks polidispersitas (PI) memberikan gambaran luas atau sempitnya distribusi ukuran partikel, dengan nilai $<0,1$ menunjukkan distribusi yang sangat sempit. Semakin tinggi nilai PI yang dihasilkan maka semakin tidak stabil formula tersebut. Hal ini dikarenakan jika ketidakseragaman partikel tinggi maka terbentuknya flokulasi dan koalesens formula akan semakin cepat. Dalam pengembangan formulasi obat nilai PI sangat berpengaruh pada efektivitas dari suatu obat. Nilai PI yang terlalu besar dapat berakibat pada ketidakseragaman ukuran partikel dari suatu obat maka akan menurunkan efektivitas dari suatu obat.

4.1.4 Karakterisasi Gugus Fungsi Nanopartikel Emas

FTIR merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dari suatu campuran atau senyawa. Penentuan gugus fungsi dari ekstrak daun singkong karet dilakukan pengukuran menggunakan alat FTIR.

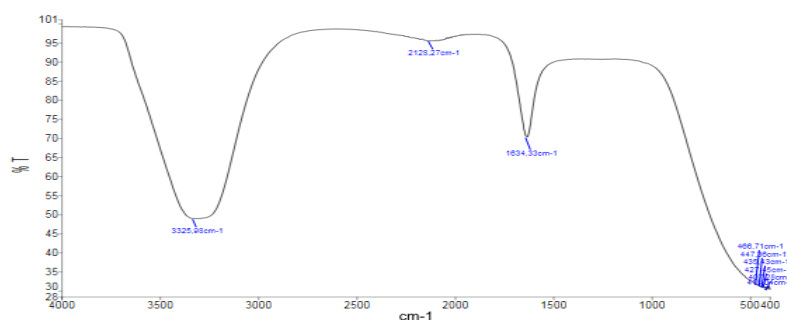


Gambar 4.4 Hasil FTIR ekstrak daun singkong karet

Berdasarkan data spektrum hasil pengukuran menggunakan FTIR dapat diketahui gugus fungsi yang berperan dalam proses reduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0 . Berikut gambar spektrum hasil pengukuran menggunakan FTIR. Spektrum IR ekstrak daun singkong karet memperlihatkan serapan-serapan yang khas di beberapa gugus fungsi diantaranya adalah pada bilangan gelombang $3302,92 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan gugus OH. Pada bilangan gelombang $2111,02 \text{ cm}^{-1}$

menunjukkan serapan dari gugus alkuna, sedangkan pada bilangan gelombang 1634,94 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus C=C aromatik.

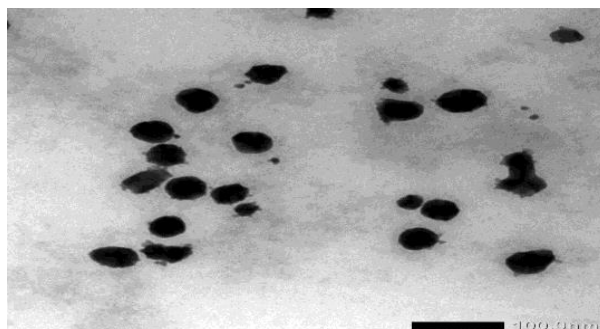
Nanopartikel emas terbentuk melalui reaksi reduksi oksidasi dari ion Au^{3+} dengan senyawa antioksidan pada daun singkong karet. Selain keterlibatan senawa bioaktif dari ekstrak daun singkong, dimungkin terjadi reaksi disproporsinasi sehingga dihasilkan nanoartikel emas. Reaksi disproporsionasi adalah reaksi redoks dimana reduktor dan oksidatornya merupakan zat yang sama. Pementukan nanopartikel emas terjadi akibat pembentukan koloid akibat munculnya inti Au dalam kondisi jenuh kemudian terbentuknya nanopartikel ditandai dengan perubahan warna atau pemekatan pada larutan.



Gambar 4.5 Hasil FTIR ekstrak singkong karet yang telah ditambahkan emas

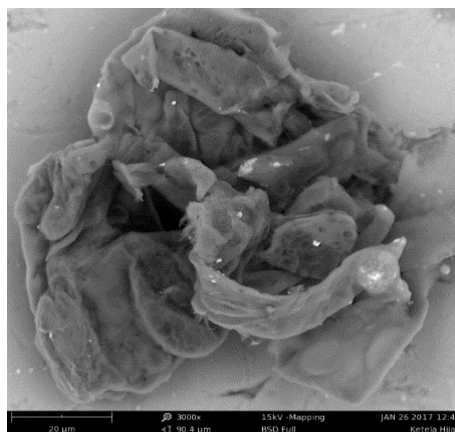
4.1.6 Morfologi Nanopartikel

Sampel yang digunakan untuk pengujian morfologi partikel nano dengan alat *transmission electron microscopy* (TEM) adalah sampel F12 dengan perbandingan ekstrak dan emas (1000:300 μL). Sampel F12 dipilih karena memiliki ukuran partikel terkecil dan nilai polidispersitas yang baik dibandingkan dengan formula lainnya.



Gambar .4.6 Morfologi nanopartikel emas hasil TEM

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa ukuran partikel berada dalam kisaran 50-70 nm dengan bentuk yang spheris. Hasil karakterisasi nanopartikel emas, hasilnya menunjukkan nanopartikel memiliki bentuk yang spheris. Sifat fisikokimiam partikel mempengaruhi absorpsi pada saluran pencernaan. berpengaruh adalah morfologi partikel yang meliputi ukuran partikel. Partikel dengan bentuk yang spheris memiliki keunggulan dalam transfeksi secara seluler. Partikel akan melewati pori (*tight junction*) dengan mekanisme difusi pasif. Partikel dengan bentuk yang spheris akan lebih mudah bergerak dan menembus membran seluler serta membantu mencapai *targeted systems* untuk rute oral.



Gambar 4.7 Gambar nanopartikel emas hasil SEM

Selain menggunakan TEM untuk melihat morfologi nanopartikel dapat digunakan *scanning electron microscope* SEM. Pada **Gambar 4.7** didapatkan hasil struktur spheris yang tidak beraturan dikarenakan nanopartikel emas yang tidak stabil sehingga nanopartikel emas mengalami agregasi dan sampel menjadi menggumpal dapat dimungkinkan karena penyimpanan yang terlalu lama.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Formula yang digunakan untuk preparasi nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet dengan menggunakan proses biosintesis adalah Formula F12 yang berisi campuran HAuCl_4 sebanyak 300 μL dan ekstrak daun singkong karet sebanyak 1000 μL . Hal ini bisa dilihat dari ukuran partikel yang paling kecil dan distribusi ukuran partikel yang paling sempit sehingga menunjukkan paling stabil serta mampu berubah dalam waktu 5 menit.
2. Karakteristik dari nanopartikel emas ekstrak singkong karet yang dihasilkan dengan proses biosintesis ramah lingkungan, didapatkan perubahan warna kuning menjadi merah ungu, didapat panjang gelombang dalam range 500-550 yaitu pada panjang gelombang 532 nm. Ukuran partikel yang didapat sebesar 58,63 nm. Sedangkan bentuk nanopartikel yang terlihat berbentuk sferikal. Dalam proses pembentukan nanopartikel tidak ada kelompok-kelompok fungsional yang berbeda signifikan yang bertanggung jawab dalam pembentukan nanopartikel emas.

5.2 Saran

Perlu dilakukannya uji aktifitas pada sel kanker atau media bakteri untuk mengetahui aktivitas antikanker dan antibakteri dari nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet.

Daftar Pustaka

1. *A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise* [Internet]. [cited 2017 May 9]. Available from:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123215000314>
2. *Eco-friendly synthesis of Ag-NPs using Cerasus serrulata plant extract – Its catalytic, electrochemical reduction of 4-NPh and antibacterial activity - 57258d8308aef9c00b846e13.pdf* [Internet]. [cited 2017 May 9]. Available from:
https://www.researchgate.net/profile/Karthik_Raj9/publication/301235066_Eco-friendly_synthesis_of_Ag-NPs_using_Cerasus_serrulata_plant_extract_-_Its_catalytic_electrochemical_reduction_of_4-NPh_and_antibacterial_activity/links/57258d8308aef9c00b846e13.pdf
3. Kumar B, Smita K, Debut A, Cumbal L. *Extracellular green synthesis of silver nanoparticles using Amazonian fruit Araza (Eugenia stipitata McVaugh)*. Trans Nonferrous Met Soc China. 2016 Sep;26(9):2363–71.
4. Mittal AK, Chisti Y, Banerjee UC. Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. Biotechnol Adv. 2013;31(2):346–356.
5. Das DK, Chakraborty A, Bhattacharjee S, Dey S. Biosynthesis of stabilised gold nanoparticle using an aglycone flavonoid, quercetin. J Exp Nanosci. 2013 May;8(4):649–55.
6. de Araújo MEMB, Moreira Franco YE, Alberto TG, Sobreiro MA, Conrado MA, Priolli DG, et al. *Enzymatic de-glycosylation of rutin improves its antioxidant and antiproliferative activities*. Food Chem. 2013 Nov;141(1):266–73.
7. Meilawaty Z. *Efek ekstrak daun singkong (Manihot utilissima) terhadap ekspresi COX-2 pada monosit yang dipapar LPS E. coli (The effect of Manihot utilissima extracts on COX-2 expression of monocytes induced by LPS E. coli)*. Dent J Maj Kedokt Gigi. 2013;46(4):196–201.
8. Tharasena B, Lawan S. *Phenolics, Flavonoids and Antioxidant Activity of Vegetables as Thai Side Dish*. APCBEE Procedia. 2014;8:99–104.
9. Granmayeh Rad A, Abbasi H, Afzali MH. *Gold Nanoparticles: Synthesising, Characterizing and Reviewing Novel Application in Recent Years*. Phys Procedia. 2011;22:203–8.
10. MIRELA D. *METALLIC NANOPARTICLES*. [cited 2017 May 9]; Available from:

http://www.ung.si/~sstanic/teaching/Seminar/2009/20091214_Dragomir_MetNP.pdf

11. Ghosh P, Han G, De M, Kim CK, Rotello VM. *Gold nanoparticles in delivery applications*. Adv Drug Deliv Rev. 2008;60(11):1307–15.
12. Cai W, Gao T, Hong H, Sun J. *Applications of gold nanoparticles in cancer nanotechnology*. Nanotechnol Sci Appl [Internet]. 2008 Sep [cited 2017 May 10];2008(1). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3808249/>
13. Rawson NE, Ho C-T, Li S. Efficacious anti-cancer property of flavonoids from citrus peels. Food Sci Hum Wellness. 2014 Sep;3(3–4):104–9.
14. Narina SS, Jasti M, Buyyarapu R, Bhattacharjee R. Manihot. In: Kole C, editor. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources [Internet]. Springer Berlin Heidelberg; 2011 [cited 2017 May 15]. p. 133–55. Available from: http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21102-7_8
15. Mbanzibwa DR, Tian YP, Tugume AK, Mukasa SB, Tairo F, Kyamanywa S, et al. *Simultaneous virus-specific detection of the two cassava brown streak-associated viruses by RT-PCR reveals wide distribution in East Africa, mixed infections, and infections in Manihot glaziovii*. J Virol Methods. 2011;171(2):394–400.
16. Rodrigues AMG, Marcilio F dos S, Frazão Muzitano M, Giral-di-Guimarães A. *Therapeutic potential of treatment with the flavonoid rutin after cortical focal ischemia in rats*. Brain Res. 2013 Mar;1503:53–61.
17. Selvam K, Sudhakar C, Govarthanan M, Thiyagarajan P, Sengottaiyan A, Senthilkumar B, et al. *Eco-friendly biosynthesis and characterization of silver nanoparticles using Tinospora cordifolia (Thunb.) Miers and evaluate its antibacterial, antioxidant potential*. J Radiat Res Appl Sci. 2017 Jan;10(1):6–12.
18. Mody VV, Siwale R, Singh A, Mody HR. *Introduction to metallic nanoparticles*. J Pharm Bioallied Sci. 2010;2(4):282–9.
19. Transition metal polypyrazolylborates containing other ligands [Internet]. [cited 2017 May 15]. Available from: <http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ja01031a011>
20. Bonnia NN, Kamaruddin MS, Nawawi MH, Ratim S, Azlina HN, Ali ES. *Green Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using “Polygonum Hydropiper” and Study its Catalytic Degradation of Methylene Blue*. Procedia Chem. 2016;19:594–602.

21. *Large-Scale Plasmonic nanoCones Array For Spectroscopy Detection* - ACS Applied Materials & Interfaces (ACS Publications) [Internet]. [cited 2017 May 15]. Available from: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsami.5b06887>
22. *FTIR instrumentation and theory* [Internet]. [cited 2017 May 15]. Available from: <https://chemistry.oregonstate.edu/courses/ch361-464/ch362/irinstrs.htm>
23. Crimp MA. *Scanning electron microscopy imaging of dislocations in bulk materials, using electron channeling contrast*. Microsc Res Tech. 2006 May;69(5):374–81.
24. *Transmission Electron Microscopy* - Current Protocols in Microbiology - Burghardt - Wiley Online Library [Internet]. [cited 2017 May 15]. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780471729259.mc02b01s03/abstract;jsessionid=EE122A6D4AB5573FA7E791CC3AC25AA1.f02t04?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=>

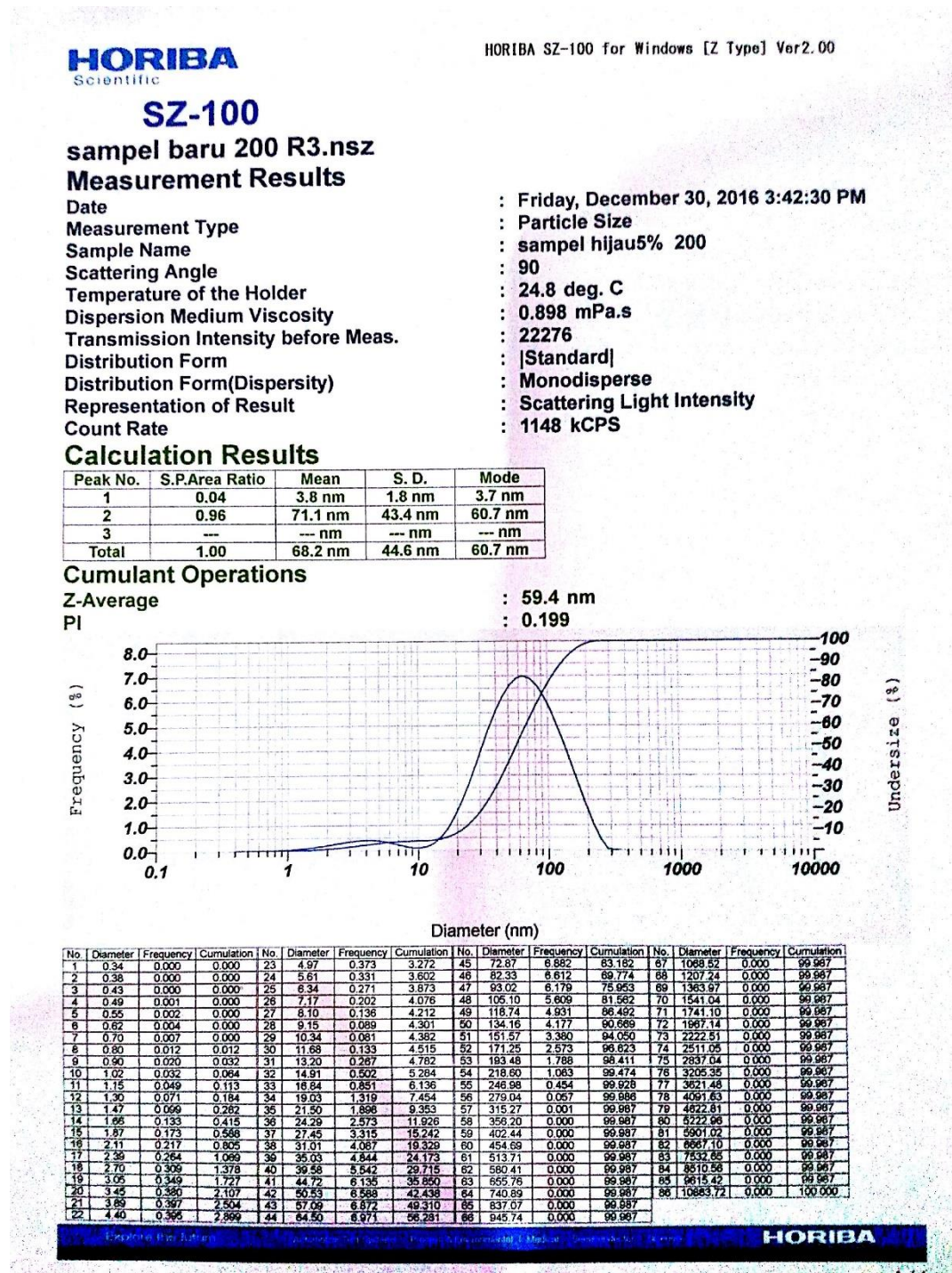
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 hasil pengamatan panjang gelombang menggunakan spektrofotometer UV-Vis

formula	konsetrasi	0	24
		panjang gelombang	panjang gelombang (nm)
1	25	351,2	424,6
2	50	502,2	424,6
3	75	497,8	584,6
4	100	532,8	584,6
5	125	531,0	561,4
6	150	542,0	551,2
7	175	531,2	551,8
8	200	531,2	543,8
9	225	531,0	535,8
10	250	531,2	532,6
11	275	502,2	532,6
12	300	502,2	532,0
13	325	502,2	531,8
14	350	502,2	534,8
15	375	507,2	535,6
16	400	511,8	536,4
17	425	502,2	538,2
18	450	502,2	540,6
19	475	507,2	543,4
20	500	502,2	534,3
21	525	507,2	534,8
22	550	502,2	479,2
23	575	502,2	548,8
24	600	502,2	536,4
25	625	502,2	549,8
26	650	502,2	549,8
27	675	502,2	552,8
28	700	502,2	551,8
29	725	502,2	551,4
30	750	502,2	556,0
31	775	502,2	556,0
32	800	502,2	556,6
33	825	502,2	555,2
34	850	502,2	558,0

35	875	502,2	559,0
36	900	511,8	540,6
37	925	502,2	561,0
38	950	502,2	563,2
39	975	502,2	573,0
40	1000	502,2	562,0

LAMPIRAN 2 Distribusi Ukuran partikel pada 10 formula



LAMPIRAN 3. Alat dan Instrumen Yang Digunakan



