

[Dashboard](#)

[Explore SINTA](#)

[Mutation History](#)

[List Verificator PT](#)

[My SINTA](#)

[Covid-19](#)

DETAIL DOCUMENT

Research

Detail Research

Verified by **Maria Dwi Budi Jumpowati** at 2022-08-15 21:38:06

NIDN Leader
0517048302

Leader Name
RINI DWIASTUTI

PDDIKTI Code PT (Leader)
051012

Institution (Leader)
UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Title
OPTIMASI FORMULA NANOSILVER MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR EKSTRAK DAUN TEH HITAM (CAMELLIA SINENSIS L.) :
APLIKASI METODE CENTRAL COMPOSITE DESIGN (CCD)

Skema Abbreviation
PUSAT STUDI

Skema Name
PUSAT STUDI

The First year of the proposal
Tahun Pertama Usulan
2021

Proposed Year of Activities
Tahun Usulan Kegiatan
2021

The Year of The Activity
Tahun Pelaksanaan Kegiatan
2021

Duration of activity
Lama Kegiatan
1 Year

Proposal Status
DIDANAI

Funds are approved
Rp. 20.000.000,-

SINTA Afiliasi ID
422

Funds Institution
UNIVERSITAS SANATA DHARMA ✔ in sync with Sinta Affiliation

Target TKT
TKT 3

Hibah Program
PENELITIAN INTERNAL

Focus Area
FARMASI

Fund Source Category
INSTITUSI INTERNAL

Fund Source
INTERNAL PT

Country Fund Source
ID

Research Member

RINI DWIASTUTI

Registered in Sinta using **RINI DWIASTUTI** (Sinta ID : 6016606)
Status : Leader (Leader) | Universitas Sanata Dharma

SRI HARTATI YULIANI

Registered in Sinta using **SRI HARTATI YULIANI** (Sinta ID : 5977336)
Status : Member (Member 1) | Universitas Sanata Dharma



SURAT TUGAS PENELITIAN

No. 009/LPPM USD/II/2021

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dengan ini memberikan tugas kepada:

Nama : Dr. apt. Rini Dwiastuti
Pekerjaan : Dosen
NIP/NIDN : P.2246 / '0517048302
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : S2 Farmasi
Fakultas : Farmasi
Status : Ketua Peneliti

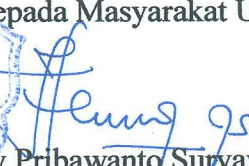
Untuk melaksanakan Hibah Penelitian Pusat Studi dan Kajian yang didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma dengan:

Judul Penelitian : Optimasi Formula Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hitam (*Camellia Sinensis L.*) : Aplikasi Metode Central Composite Design (CCD).
Skema Penelitian : Pusat Studi dan Kajian.
Waktu Penelitian : Februari – November 2021

Penerima tugas penelitian wajib mematuhi ketentuan-ketentuan penelitian sebagaimana diatur oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma.

Demikian surat tugas penelitian ini dibuat, mohon dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 23 Februari 2021
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat USD


Dr. rer. nat. Herry Priyawanto Suryawan
Ketua

Tembusan:

1. Yth. Wakil Rektor I
2. Yth. Dekan
3. Yth. Ketua Program Studi
4. Arsip





SURAT TUGAS PENELITIAN

No. 009/LPPM USD/II/2021

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dengan ini memberikan tugas kepada:

Nama : Dr. apt. Sri Hartati Yuliani
Pekerjaan : Dosen
NIP/NIDN : P.1828 / '0520077201
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : S2 Farmasi
Fakultas : Farmasi
Status : Anggota Peneliti

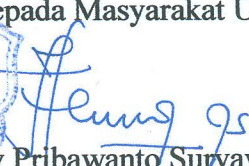
Untuk melaksanakan Hibah Penelitian Pusat Studi dan Kajian yang didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma dengan:

Judul Penelitian : Optimasi Formula Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hitam (*Camellia Sinensis L.*) : Aplikasi Metode Central Composite Design (CCD).
Skema Penelitian : Pusat Studi dan Kajian.
Waktu Penelitian : Februari – November 2021

Penerima tugas penelitian wajib mematuhi ketentuan-ketentuan penelitian sebagaimana diatur oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma.

Demikian surat tugas penelitian ini dibuat, mohon dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 23 Februari 2021
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat USD


Dr. rer. nat. Herry Pribawanto Suryawan
Ketua

Tembusan:

1. Yth. Wakil Rektor I
2. Yth. Dekan
3. Yth. Ketua Program Studi
4. Arsip



Skema Penelitian : Pusat Studi

LAPORAN PENELITIAN

**Optimasi Formula *Nanosilver* Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hitam
(*Camellia sinensis* L.) : Aplikasi Metode *Central Composite Design* (CCD)**



Oleh :

Dr. apt. Rini Dwiastuti (NIDN: 0517048302)

Dr. apt. Sri Hartini Yuliani (NIDN: 0520077201)

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN

1	Penelitian		
	a	Judul Penelitian	Optimasi Formula Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hitam (<i>Camellia sinensis</i> L.) : Aplikasi Metode <i>Central Composite Design (CCD)</i>
	b	Bidang Ilmu	Teknologi Farmasi
	c	Jenis Penelitian	Penelitian Dasar
2	Ketua Peneliti		
	a	Nama Lengkap	Dr. apt. Rini Dwiastuti
	b	Jenis Kelamin	Perempuan
	c	NPP/NIDN	P.2246/0517048302
	d	Pangkat/Golongan	Penata Tk I/IIId
	e	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
	f	Program Studi/Fakultas	S2 Farmasi/Farmasi
3	Anggota Peneliti I		
	a	Nama Lengkap	Dr. apt. Sri Hartati Yuliani
	b	Program Studi/Fakultas	S2 Farmasi/Farmasi
4	Lokasi Penelitian		Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma
5	Jangka Waktu Penelitian		Februari – September 2021
6	Biaya yang diusulkan		
	a	Sumber dari USD	Rp 20.000.000,00
	b	Sumber lain	-
	c	Jumlah	Rp 20.000.000,00

Yogyakarta, 3 November 2021

Mengetahui

Kaprodi S2 Farmasi

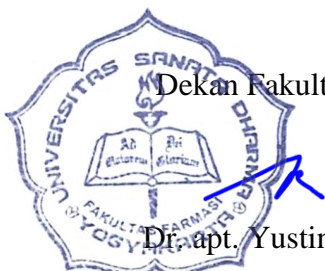
apt. Aris Widayati, M. Si., Ph.D.

Ketua Peneliti

Dr. apt. Rini Dwiastuti

Mengetahui dan Mengetahui,

Dekan Fakultas Farmasi



Dr. apt. Yustina Sri Hartini

Ketua LPPM



Dr. rer. nat. Herry Pribawanto .S., M.Si.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kuasanya penyusunan Laporan Akhir Penelitian dengan judul “Optimasi Formula Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hitam (*Camellia Sinensis L.*) : Aplikasi Metode Central Composite Design (CCD)” ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Kami juga berterima kasih kepada setiap pihak yang terlibat dan telah membantu kami dalam penelitian ini. Penyusunan laporan penelitian ini disusun sesuai dengan pedoman penelitian Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sanata Dharma.

Demikian laporan yang bisa kami berikan kepada bagian LPPM USD. Jika ada kesalahan baik dalam penulisan maupun kutipan, kami memohon maaf. Terima kasih.

DAFTAR ISI

HALAMANJUDUL.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
KATA PENGANTAR	3
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR SINGKATAN	7
INTISARI.....	8
<i>ABSTRACT</i>	9
BAB I. PENDAHULUAN	10
BAB II. KAJIAN TEORI.....	14
BAB III. METODOLOGI.....	19
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	23
BAB V. PENUTUP.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel I. Faktor yang dioptimasi menggunakan metode CCD	20
Tabel II . Rancangan Percobaan Central Composite Design	20
Tabel III. Hasil Panjang Gelombang & % Transmitan	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Rutin (PubChem, 2020)	15
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. <i>Nanosilver</i> (Merah Kecoklatan)	25
Gambar 4. Regresi Respon Permukaan Panjang Gelombang vs Blok, Konsentrasi AgNO_3 dan Ekstrak	27
Gambar 5. Regresi Respon Permukaan % Transmittan vs Blok, Konsentrasi AgNO_3 dan Ekstrak	28
Gambar 6. Contour Plot Panjang Gelombang vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO_3	29
Gambar 7. Plot Permukaan Panjang Gelombang vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO_3	30
Gambar 8. Contour Plot % Transmittan vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO_3	31
Gambar 9. Plot Permukaan % Transmittan vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO_3	31
Gambar 10. Daerah Contour Plot Superimposed	32
Gambar 11. Prediksi Formula Optimum	33

DAFTAR SINGKATAN

%b/v : Persen berat per volume	mL : mililiter
%T : Persen transmittan	mM : Milimolar
°C : Derajat celcius	nm : nanometer
A : absorbansi	p : probabilitas
Ag : Argentum/perak/silver	PDI : <i>Polydispersity Index</i>
AgNO ₃ : Perak Nitrat/ <i>Silver nitrate</i>	pH : <i>Power of Hydrogen</i>
apt : apoteker	Ph.D : <i>Doctor of Philosophy</i>
CCD : <i>Central Composite Design</i>	PtType : <i>Point Type</i>
cm : centimeter	Rf : <i>Retardation factor</i>
CV : <i>Coefficient of Variation</i>	RSM : <i>Response Surface Methodology</i>
Dr : Doktor	StdOrder : <i>Standard Order</i>
g : gram	UV : <i>Ultraviolet</i>
KLT : Kromatografi Lapis Tipis	UV-Vis : <i>Ultraviolet-Visible</i>
M : Molar	V : Volt
mg : miligram	vs : versus

INTISARI

Nanosilver merupakan salah satu sediaan obat nanopartikel logam berukuran 1-100 nm. Salah satu metode pembuatan *nanosilver* adalah reduksi kimia. Metode ini membutuhkan reduktor yang merupakan senyawa kimia, tumbuhan, ataupun mikroorganisme. Penggunaan senyawa kimia yang toksik sangat membatasi aplikasi biomedik untuk pasien. Penelitian ini bertujuan menemukan area optimum *Nanosilver* menggunakan metode *Central Composite Design* dan menemukan formula optimum *nanosilver*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dengan menggunakan metode CCD (*Central Composite Design*). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsentrasi ekstrak daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) dan konsentrasi AgNO₃. Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah Panjang gelombang dan % transmitan. Data yang diperoleh di analisis dengan menggunakan *software minitab*.

Hasil penelitian menunjukkan telah ditemukan area optimum *nanosilver* menggunakan metode *Central Composite Design*. Formula optimum *nanosilver* yang diperoleh adalah 3 formula yang terdiri dari solusi formula yang didapatkan dengan model RSM (konsentrasi AgNO₃ 1,3786 mM dan konsentrasi ekstrak 2,1308% b/v) dan dua formula dari rancangan (Konsentrasi AgNO₃ 1 mM dengan konsentrasi ekstrak 1,2298% b/v serta konsentrasi AgNO₃ 1,5 mM dengan konsentrasi ekstrak 0,9751%).

Kata Kunci: nanosilver, bioreduktor, *central composite design*, daun teh hitam, perak nitrat

ABSTRACT

Nanosilver is a metal nanoparticle drugs with size 1-100 nm. Chemical reduction method can be used to synthesize nanosilver. This method requires reducing agents that can be found from chemical compounds, plants, and microorganisms. The use of toxic chemical compounds severely limits biomedical applications to patients. Therefore, this study was conducted to obtain optimum area using the Central Composite Design (CCD) method and to obtain the optimum formula of nanosilver.

This experimental research with a experimental design uses CCD method with two factors and five levels to optimize nanosilver formula. AgNO₃ concentrations that will be used are ranging from 0,79289 mM to 2,20711 mM. Black tea leafs extract concentrations that will be used are ranging from 0,9751% to 2,27143%. Nanosilver characterization was carried out using UV-Vis spectrophotometer. Maximum wavelength and %transmittance are the parameters that will be used. Analysis of the result was performed statistically using ANOVA test.

Based on the research, the optimum area of nanosilver was found using the CCD method and 3 optimum nanosilver formula was found (pairs of AgNO₃ concentration and extract concentration, respectively, 1,3786 mM and 2,1308%b/v; 1 mM and 1,2298% b/v; 1,5 mM and 0,9751%b/v). It is necessary to do further research regarding the standard procedure for nanosilver synthesis and to validate the optimization regression equation that has been found.

Key Word : AgNO₃, Central Composite Design, Nanosilver, Optimization, Black Tea

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

Nanomedicine adalah obat yang memiliki ukuran dengan rentang 1 – 100 nm. Obat berukuran nano dapat diaplikasikan sebagai agen penghantaran obat dengan cara mengenkapsulasi atau mengikatkan zat aktif yang kemudian menghantarkan zat aktif ke jaringan yang ditargetkan dengan pelepasan yang terkontrol. Dengan ukurannya yang nano, obat dapat berpenetrasi ke dalam sistem jaringan, membuat penghantaran obat lebih efisien, dan memastikan obat beraksi pada sel yang ditargetkan. Selain itu, pengambilan obat berukuran nano oleh sel juga dapat lebih tinggi [1]. Salah satu *nanomedicine* yang seringkali digunakan adalah *nanosilver* [2].

Partikel *nanosilver* merupakan partikel perak berukuran 1-100 nm. *Nanosilver* dapat digunakan untuk pengobatan, pelapis alat medis, maupun dalam bidang kesehatan lainnya. *Nanosilver* dapat memiliki aktivitas antibakteri, antifungi, antivirus, dan antiinflamasi [2]. *Nanosilver* memiliki potensi yang besar untuk mengatasi masalah resistensi bakteri yang sering terjadi karena bakteri memiliki kecenderungan kecil untuk resisten terhadap *nanosilver* [3].

Dalam pembentukan *nanosilver*, ada beberapa cara untuk sintesis *nanosilver*, antara lain sintesis secara fisika, kimia, dan biologi. Metode sintesis kimia yang paling sering digunakan adalah metode reduksi kimia [2]. Metode reduksi kimia adalah metode yang tidak memerlukan alat khusus dan relatif lebih mudah dibandingkan dengan metode lainnya [4]. Pada metode ini, dibutuhkan prekursor perak dan sebuah agen pereduksi [2].

Salah satu garam perak yang paling sering digunakan adalah AgNO_3 . AgNO_3 sering digunakan karena harganya yang ekonomis dan memiliki stabilitas secara kimia dibandingkan dengan garam perak lainnya. Peran AgNO_3 dalam sintesis *nanosilver* adalah sebagai prekursor perak [2]. Dalam sintesis *nanosilver*, konsentrasi AgNO_3 akan mempengaruhi sintesis *nanosilver* dimana akan

mempengaruhi jumlah, ukuran, dan rentang ukuran partikel *nanosilver* yang terbentuk [5], [6].

Agen pereduksi atau reduktor dapat berupa senyawa kimia seperti borohidride, sitrat, askorbat, dan gas hidrogen serta senyawa yang berasal dari ekstrak tumbuhan. Penggunaan senyawa kimia yang toksik akan sangat membatasi aplikasinya untuk biomedis. Oleh karena itu, bioreduktor yang berasal dari tumbuhan perlu digunakan sebagai alternatif agen pereduksi yang lebih ramah lingkungan [7], [8]. Contoh agen bioreduktor adalah senyawa polifenol seperti terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid [7], [9], [10].

Daun teh hitam mengandung beberapa senyawa polifenol seperti katekin, tanin, rutin, theaflavin, dan thearubigin [11]–[13]. Salah satu syarat bioreduktor adalah ekstrak yang larut dalam air sehingga dapat bereaksi dengan larutan AgNO_3 [14]. Senyawa polifenol yang paling banyak terkandung dalam ekstrak air daun teh hitam adalah rutin [13]. Pada penelitian ini, polifenol, termasuk rutin dipilih sebagai bioreduktor. Rutin adalah glikosida dari flavonoid kuersetin dengan rumus molekul $\text{C}_{27}\text{H}_{30}\text{O}_{16}$ yang dapat larut dalam air dengan kelarutan 130 mg/L (Aizawa et al., 2018; Enogieru et al., 2018; PubChem, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Tong *et al* (2019), tiap gram serbuk daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) mengandung 24,8 mg ekuivalen rutin. Oleh karena itu, rutin dapat diekstraksi dari daun teh hitam menggunakan metode infundasi sehingga menghasilkan sediaan ekstrak infusa.

Optimasi menggunakan metode *Central Composite Design* CCD dilakukan untuk memprediksi kondisi yang optimal untuk memaksimalkan respon yang diinginkan dan juga untuk mengetahui hubungan antar variabel dengan variabel tergantung. Metode CCD merupakan salah satu jenis dari *Response Surface Methods* (RSM) untuk design eksperimen. Metode ini digunakan karena tidak membutuhkan waktu banyak dan lebih murah dibandingkan dengan metodologi yang mengukur faktor yang mempengaruhi satu per satu [16]. Berdasarkan uraian diatas, konsentrasi AgNO_3 dan konsentrasi bioreduktor yang

optimal dalam sintesis *nanosilver* perlu diteliti agar dapat mencapai respon (panjang gelombang dan nilai transmittan) yang diinginkan.

I.2 Rumusan Masalah

1. Apakah ditemukan area optimum *nanosilver* menggunakan metode *Central composite design* (CCD)?
2. Apakah ditemukan formula optimum *nanosilver*?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Menemukan area optimum *Nanosilver* menggunakan metode *Central Composite Design*.
2. Menemukan formula optimum *nanosilver*.

I.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu farmasi mengenai alternatif daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) sebagai bioreduktor dalam pembuatan *nanosilver*.

2. Manfaat Metodologis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam perkembangan rangkaian metode sintesis *nanosilver*.

3. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pembuatan *nanosilver* dengan menggunakan alternatif bioreduktor daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.).

I.5 Luaran yang dijanjikan

Artikel ilmiah yang terbit pada jurnal nasional terakreditasi ber-eISSN Sinta 1-2.

BAB II KAJIAN TEORI

II.1 Pengertian Nanosilver

Nanosilver merupakan salah satu sediaan obat nanopartikel logam berukuran 1 – 100nm. *Nanosilver* memiliki aktivitas antibakteri, antifungi, antivirus, dan anti-inflamasi. *Nanosilver* juga digunakan sebagai terapi, pelapis alat medis, sebagai pembalut luka, dan dalam bidang medis lainnya [4].

II.2 Sintesis Nanosilver

Nanosilver dapat disintesis dengan beberapa cara, yaitu sintesis secara fisika, kimia, dan biologi. Sintesis kimia merupakan metode yang paling sering digunakan karena ekonomis serta memiliki stabilitas dan efisiensi yang tinggi. Selain itu *nanosilver* yang terbentuk memiliki kecenderungan aglomerasi yang rendah dan tetap terdispersi dalam ukuran nano. Sintesis kimia *nanosilver* akan memerlukan ion perak dan reduktor. Ion perak berasal dari AgNO_3 . Pada sintesis kimia ini AgNO_3 akan direduksi dengan reduktor sehingga menghasilkan perak berukuran nano. Reduktor yang dapat digunakan dalam pembuatan *nanosilver* adalah reduktor kimia dan bioreduktor [4]. Suatu reaksi redoks dapat berlangsung jika E°_{sel} (otensial reduksi standard zat yang tereduksi – potensial reduksi zat yang teroksidasi) lebih dari 0 ($E^{\circ}_{\text{sel}} > 0$) [17].

II.3 Sifat Fisika Kimia AgNO_3

Perak nitrat (AgNO_3) adalah senyawa yang tidak berwarna (*colorless*) atau padatan kristal putih yang akan berubah warna menjadi hitam jika terkena sinar atau senyawa organik. Senyawa ini tidak berbau, terasa pahit dan memiliki rasa logam, memiliki titik leleh pada 212°C dan sensitif terhadap cahaya. Senyawa ini memiliki berat molekul sebesar 169,873 g/mol dan pH 6 (PubChem, 2020).

II.5 Deskripsi Tanaman Teh (*Camellia sinensis* L.)

Teh (*Camellia sinensis* L.) merupakan tanaman hijau yang dapat tumbuh hingga 10-15 m di alam liar dan setinggi 0,6-1,5 m ketika dibudidayakan. Daun

tehnya ringan, berwarna hijau dan berbatang pendek dengan panjang 5-30 cm dan dengan lebar 4 cm. Daun tua memiliki warna hijau terang dan halus [18].

II.6 Jenis Daun Teh

Teh dibagi menjadi 3 jenis, yaitu daun teh hijau, daun teh merah, dan daun teh hitam. Daun teh hijau merupakan daun teh yang tidak difermentasi, sedangkan daun teh merah dan hitam merupakan daun teh yang difermentasi setelah dipanen sebelum daun teh dikeringkan. Daun teh merah difermentasikan menggunakan mikroorganisme. Daun teh hitam merupakan daun teh yang daun teh yang melewati proses oksidasi yang dikatalisis oleh enzim polifenol oksidase [18].

II.7 Manfaat Daun Teh Hitam

Daun teh merupakan salah satu tumbuhan yang mengandung banyak antioksidan (Rengga et al., 2017). Daun teh mengandung beberapa jenis senyawa antioksidan seperti kafein, katekin, flavonol, tanin, asam glutamat, asam aspartat, arginin, rutin, dan potasium (Maarebia et al., 2019; Rengga et al., 2017).

II.8 Infusa Daun Teh Hitam

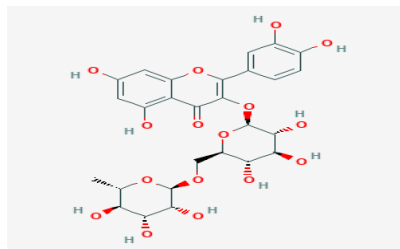
Sediaan infusa adalah sediaan cair yang dibuat dengan mengekstraksi sediaan herbal dengan air pada suhu 90°C selama 15 menit. Simplisia yang telah dihaluskan dengan derajat halus tertentu dimasukkan ke dalam panci dengan air secukupnya dan dipanaskan di atas penangas air selama 15 menit terhitung mulai suhu mencapai 90°C sambil sekali-sekali diaduk. Hasil rebusan kemudian disaring dalam keadaan panas. Senyawa yang dapat larut dalam sediaan infusa adalah senyawa yang larut dalam air [19]. Daun teh merupakan salah satu tumbuhan yang mengandung banyak antioksidan. Contoh senyawa antioksidan yang terkandung adalah polifenol seperti katekin, tanin, dan rutin [7], [10]

Daun teh mengandung beberapa jenis senyawa antioksidan seperti kafein, katekin, flavonol, tanin, asam glutamat, asam aspartat, arginin, rutin, dan potasium [7], [10].

II.9 Polifenol Sebagai Bioreduktor

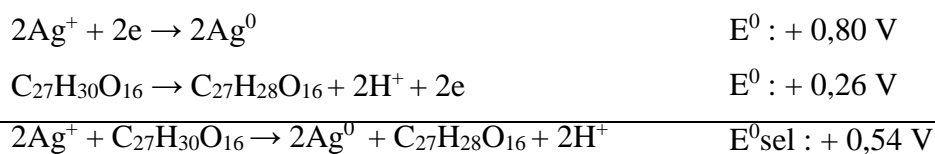
Bioreduktor adalah agen pereduksi yang berasal dari tumbuhan dan mikroorganisme [4], [7]. Keuntungan penggunaan bioreduktor adalah ramah lingkungan dan tidak toksik. Pada tumbuhan, senyawa yang mampu mereduksi ion logam adalah senyawa antioksidan dan beberapa metabolit sekunder seperti terpenoid, fenolik, flavonoid, ytanin, polifenol, saponin, alkaloid [7], [9], [10].

Senyawa polifenol merupakan salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai agen pereduksi [20]. Daun teh hitam mengandung beberapa senyawa polifenol seperti katekin, tanin, rutin, theaflavin, dan therubigin [11]–[13]. Berikut adalah struktur salah satu senyawa polifenol pada daun teh hitam.



Gambar 1. Struktur Rutin (PubChem, 2020)

Senyawa rutin, salah satu senyawa yang bisa berperan sebagai agen pereduksi, memiliki mekanisme reduksi dengan cara grup diortohidroksil pada cincin B yang mempromosikan reduksi Ag^+ menjadi Ag^0 dengan melepaskan dua elektron. Flavonoid rutin pada akhirnya teroksidasi menjadi produk akhir yang stabil 3',4'-diquinon. Seiring dengan terjadinya reaksi, Ag mengalami agregasi menjadi kelompok Ag yang lebih besar dan akhirnya terbentuk *nanosilver* [21]. Pada sintesis *nanosilver*, Ag^+ berperan sebagai oksidator dan ekstrak yang mengandung flavonoid rutin berperan sebagai reduktor jika dilihat dari $E^0 \text{Ag}^+$ sebesar +0,80 V, sedangkan rutin memiliki E^0 +0,26 V [22].



Berdasarkan reaksi di atas, E^0_{sel} nya adalah sebesar +0,54 V. Oleh karena itu, rutin dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 dan reaksi reduksi oksidasi dapat berlangsung.

II.10 Metode *Central Composite Design* (CCD)

Metode CCD merupakan salah satu jenis dari metode respon permukaan atau *response surface method* (RSM) untuk design eksperimen. Metode ini dapat membuat model statistik, representasi grafik, dan juga respon permukaan. Metodologi ini berguna untuk memprediksi kondisi yang optimal untuk memaksimalkan respon yang diinginkan dan juga untuk mengetahui hubungan antar variabel dengan variabel tergantung. Metode ini juga tidak membutuhkan waktu banyak dan lebih murah dibandingkan dengan metodologi yang mengukur faktor yang mempengaruhi satu per satu [16].

Metode CCD memiliki *level* faktor sebanyak 5. Seluruh faktor yang ada akan memiliki *level* ekstrim rendah ($-\alpha$), *level* rendah (-1), *level* tengah (0), *level* tinggi (+1), dan *level* ekstrim tinggi ($+\alpha$). Nilai α dapat dihitung dengan rumus $\alpha = 2^{(k-p)/4}$ dengan α adalah *star point*, k adalah jumlah faktor, dan p adalah jumlah generator independen. Jumlah eksperimen bisa didapatkan dengan rumus $2^k + 2^k + C_p$ dengan k adalah jumlah faktor dan C_p adalah jumlah replikasi dari *central point* [23].

II.11 Karakterisasi Nanosilver

Karakterisasi *nanosilver* dapat dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan cara melihat panjang gelombang *nanosilver* (Hendrawan., 2018). maksimum Spektrofotometer UV-Vis memiliki prinsip kerja berdasarkan hukum Lambert-Beer yang menyatakan bila suatu cahaya monokromatis dilewatkan melalui suatu media yang transparan, maka intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diserap sebanding dengan tebal dan kepekaan media larutan yang digunakan [24]. Spektrofotometer UV merupakan teknik paling mudah untuk mengonfirmasi terbentuknya nanopartikel. Absorbansi sampel nanopartikel dapat diperoleh pada rentang panjang gelombang 200-800 nm [25]. Untuk mendeteksi *nanosilver* berukuran 5-50 nm dapat dilakukan pada panjang gelombang antara 350-420 nm [26]. Menurut penelitian lain, partikel berukuran 10-14 nm akan memiliki panjang gelombang maksimum antara 395-405 nm; partikel berukuran 35-50 nm akan memiliki panjang gelombang

maksimum 420 nm; dan partikel berukuran 60-80 nm akan memiliki panjang gelombang 438 nm (Hendrawan., 2018).

Kejernihan dapat diukur dalam persen transmittan (%T) menggunakan spektrofotometer. Semakin tinggi nilai transmittan, maka artinya ukuran partikel semakin kecil. Persen transmittan dinyatakan sebagai $A = -\log \%T$, dimana A adalah absorbansi. Nilai transmittan yang mendekati 100% menunjukkan bahwa sampel menghasilkan dispersi yang jernih dan transparan dengan ukuran partikel yang diperkirakan mencapai ukuran nanometer. Ukuran fase terdispersi akan sangat mempengaruhi penampilan sediaan dimana jika ukuran partikel terdispersinya sangat kecil, ketika dilewati cahaya, berkas cahaya akan diteruskan sehingga warna larutan terlihat transparan dan persen transmittan yang dihasilkan semakin besar [27], [28].

II.12 Landasan Teori

AgNO_3 merupakan salah satu garam perak yang dapat digunakan dalam sintesis *nanosilver*. Peran AgNO_3 dalam sintesis *nanosilver* adalah sebagai prekursor perak dalam sintesis *nanosilver*. Konsentrasi AgNO_3 akan mempengaruhi sintesis *nanosilver* dimana akan mempengaruhi jumlah, ukuran, dan rentang ukuran partikel *nanosilver* yang terbentuk. Reaksi yang mungkin terjadi antara AgNO_3 adalah sebagai berikut.



Berdasarkan reaksi diatas, maka rentang konsentrasi AgNO_3 yang digunakan adalah 0,79289 mM (*level* ekstrim rendah); 1 mM (*level* rendah); 1,5 mM (*level* tengah); 2 mM (*level* tinggi); dan 2,20711 mM (*level* ekstrim tinggi).

Rutin merupakan salah satu flavonoid yang terkandung dalam daun teh hitam. Dalam sintesis *nanosilver*, rutin berperan sebagai reduktor atau agen pereduksi yang akan mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 . Dalam sintesis *nanosilver*, konsentrasi rutin mempengaruhi pembentukan *nanosilver* dimana semakin tinggi konsentrasi rutin, maka PDI *nanosilver* akan semakin rendah serta semakin banyaknya *nanosilver* yang terbentuk. Berdasarkan reaksi (1), konsentrasi ekstrak

daun teh hitam yang digunakan adalah 0,39645 mM (*level* ekstrim rendah); 0,5 mM (*level* rendah); 0,75 (*level* tengah); 1 mM (*level* tinggi); dan 1,10355 mM (*level* ekstrim tinggi).

Metode CCD (*Central composite design*) adalah salah satu metode *response surface method* (RSM) untuk design eksperimen. Metode CCD memiliki lima *level* faktor, termasuk *level* ekstrim rendah dan *level* ekstrim tinggi. Kedua *level* tersebut ada untuk menjangkau konsentrasi di luar dari konsentrasi yang seharusnya digunakan (*level* rendah, *level* tengah, dan *level* tinggi). Dengan menggunakan metode CCD ini, nilai respon yang didapatkan akan diolah untuk mendapatkan persamaan optimasi dan *contour plot*. Irisan dari daerah arsiran beberapa *contour plot* respon yang digunakan kemudian menghasilkan *contour plot superimposed*. *Contour plot superimposed* tersebut akan menggambarkan komposisi optimum dari kedua faktor yang dioptimasi.

BAB III METODOLOGI

III.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian eksperimental dengan rancangan kuasi eksperimental.

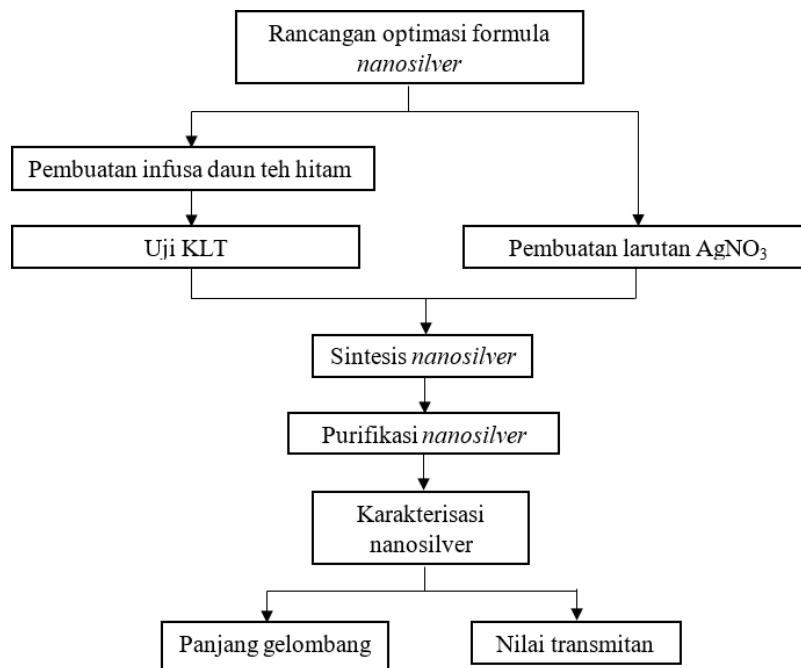
III.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah simplisia daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) dari Lipton® Yellow Label Tea, aquadest, aquabidest, Perak nitrat pro analisis (AgNO_3), butanol pharmaceutical grade, asam klorida pekat pharmaceutical grade (HCl), asam asetat, dan baku rutin.

III.3 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, termometer, magnetic stirrer, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-Vis 1800), hot plate, stopwatch, timbangan analitik, plat KLT GF254, pipa kapiler dan sentrifuge.

III.4 Tata Cara Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

- a. Rancangan optimasi formula (konsentrasi AgNO₃ dan konsentrasi bioreduktor) nanosilver

Berdasarkan penelitian oleh Elsayed *et al* (2018), *level* konsentrasi yang digunakan dalam penelitian berdasarkan *design* eksperimen CCD menggunakan Minitab 17 adalah 0,79289 mM (*level* ekstrim rendah atau $-\alpha$); 1 mM (*level* rendah atau -1); 1,5 mM (*level* tengah atau 0); 2 mM (*level* tinggi atau +1); dan 2,20711 mM (*level* ekstrim tinggi atau +2). Berdasarkan penelitian Zhou dan Tang (2018), perkiraan persamaan reaksi pembentukan *nanosilver* adalah sebagai berikut.



Oleh karena itu, *level* konsentrasi ekstrak daun teh hitam yang bisa digunakan adalah 0,9751% ($-\alpha$); 1,2298% (-1); 1,8447% (0); 2,4596% (+1); dan 2,7143% (+2). Menurut penelitian Tong *et al* (2019), tiap gram serbuk daun teh hitam mengandung 24,8 mg ekuivalen rutin. Berdasarkan informasi diatas, berikut adalah tabel konsentrasi AgNO₃ dan konsentrasi ekstrak serta tabel rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian.

Tabel I. Faktor yang dioptimasi menggunakan metode CCD

Faktor	<i>Level</i> Rendah Ekstrim ($-\alpha$)	<i>Level</i> Rendah (-1)	<i>Level</i> Tengah (0)	<i>Level</i> Tinggi (+1)	<i>Level</i> Tinggi Ekstrim ($+\alpha$)
Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	0.79289	1	1,5	2	2.20711
Konsentrasi Ekstrak (%b/v)	0,9751	1,2298	1,8447	2,4596	2,7143

Tabel II . Rancangan Percobaan Central Composite Design

StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	Konsentrasi Ekstrak (%b/v)
1	1	1	1	1	1,2298

2	2	1	1	2	1,2298
3	3	1	1	1	2,4596
4	4	1	1	2	2.4596
5	5	0	1	1.5	1,8447
6	6	0	1	1.5	1,8447
7	7	0	1	1.5	1,8447
8	8	0	1	1.5	1,8447
9	9	-1	2	0.79289	1,8447
10	10	-1	2	2.20711	1,8447
11	11	-1	2	1.5	0.9751
12	12	-1	2	1.5	2,7143
13	13	0	2	1.5	1,8447
14	14	0	2	1.5	1,8447
15	15	0	2	1.5	1,8447
16	16	0	2	1.5	1,8447

b. Pembuatan infusa daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.)

Serbuk daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) sebanyak ditimbang seberat 0,9751 g; 1,2298 g; 1,8448 g; 2,4596 g; dan 2,7143 g. Aquabidest sebanyak 100 mL dipanaskan hingga mencapai suhu 90°C. Kemudian serbuk daun teh dimasukkan ke dalam air dan dipanaskan selama 15 menit pada suhu 90°C sambil sesekali diaduk. Setelah itu infusa disaring [19].

c. Uji KLT (Kromatografi Lapis Tipis)

Fase butanol-asam asetat-air dengan perbandingan 4 : 1 : 5 dibuat dengan cara campurkan ketiga bahan, lalu kocok, kemudian diamkan. Fase gerak akan terbentuk menjadi 2 lapisan. Ambil lapisan atas (butanol), kemudian masukan ke dalam chamber kromatografi, lalu jenuhkan selama 1 jam. Fase diam menggunakan plat kromatografi lapis tipis GF₂₅₄ dengan ukuran 5 x 10 cm dan jarak elusi 8 cm. Kemudian sampel dan pembanding baku rutin ditotolkan. Setelah eluen jenuh, plat kromatografi dimasukkan ke dalam chamber dan dielusikan dengan fase gerak sampai tanda batas. Setelah itu plat diamati pada sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm. Setelah itu, plat diamati pada sinar UV dengan panjang gelombang 365 nm. Lalu nilai R_f ditentukan. (Andersen and Markham, 2006; Aryantini et al., 2017; Sari and Meitisa, 2017).

d. Pembuatan larutan AgNO₃

Padatan AgNO₃ dilarutkan dengan aquabidest , kemudian larutan dipindahkan ke labu takar berukuran 100 mL dan ditambahkan aquadest hingga tanda batas. Larutan tersebut digojog hingga larut dengan sempurna [7].

e. Sintesis dan purifikasi nanosilver

Infusa daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) sebanyak 5 mL dan larutan AgNO₃ sebanyak 45 mL dicampurkan dalam gelas beker dan diaduk menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 600 rpm selama 10 menit pada suhu 75°C (Modifikasi Christania et al., 2020; Fabiani et al., 2019; Rengga et al., 2017; Zhou and Tang, 2018). Purifikasi *nanosilver* dilakukan dengan cara koloid disentrifugasi dengan kecepatan 2.000 rpm selama 15 menit. Supernatan hasil sentrifugasi diuji panjang gelombang, persen transmittan dan ukuran partikel (Modifikasi Dewi et al., 2019; Singh et al., 2016).

f. Karakterisasi nanosilver (spektrofotometer UV-Vis)

Nanosilver yang terbentuk dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang antara 400-450 nm [34]. Pengukuran panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Blanko yang digunakan adalah aquabidest.

g. Uji Transmittan

Uji transmittan dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sebanyak 100 µL sampel *nanosilver* dilarutkan ke dalam 5 mL aquadest dan kemudian di vortex selama 1 menit. Sampel kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Blanko yang digunakan adalah aquadest [27].

h. Tata Cara Analisis Data

Proses optimasi dilakukan menggunakan metode CCD (2 faktor dan 5 level) dan hasil penelitian dianalisis dengan uji statistik ANOVA menggunakan aplikasi Minitab 17.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan area optimum menggunakan metode CCD serta mendapatkan formula optimum *nanosilver* yang terdiri dari ekstrak daun teh hitam (*Camellia sinensis* L.) dan AgNO₃ dalam sintesis *nanosilver*. Optimasi formula *nanosilver* pada penelitian ini menggunakan metode *Central Composite Design* (CCD) dengan dua faktor dan lima level. Rancangan penelitian menggunakan CCD tersebut menghasilkan 16 percobaan yang memvariasikan konsentrasi AgNO₃ dan konsentrasi ekstrak daun teh hitam.

Pada penelitian ini, dilakukan uji kualitatif flavonoid dengan metode kromatografi lapis tipis untuk memverifikasi adanya flavonoid rutin dalam infusa daun teh hitam. Uji kualitatif dilakukan dengan menggunakan uji KLT dengan pembanding baku rutin 0,1%. Berdasarkan uji KLT yang dilakukan, jarak titik pusat baku rutin dari titik awal adalah 6,5 cm, sedangkan jarak titik pusat ekstrak dair titik awal adalah 6,7 cm. Nilai Rf bisa didapatkan dari rumus sebagai berikut.

$$R_f = \frac{\text{Jarak titik pusat bercak dari titik awal}}{\text{Jarak tempuh eluen}}$$

Jarak tempuh eluen yang digunakan adalah 8 cm. Berdasarkan rumus diatas, nilai Rf atau faktor retardasi baku rutin adalah 0,8125, sedangkan nilai Rf ekstrak adalah 0,8375. Hasil nilai Rf positif jika selisih $R_f \leq 0,05$ dan dinyatakan negatif jika selisih nilai $R_f > 0,05$ [35]. Selisih nilai Rf rutin dan ekstrak adalah sebesar 0,025. Dari data yang didapatkan, ekstrak daun teh hitam positif mengandung rutin.

Salah satu indikator terbentuknya *nanosilver* adalah perubahan warna dari kuning muda menjadi coklat kemerahan [33]. Ketika awal pencampuran ekstrak dengan AgNO₃ campuran berwarna kuning muda. Ketika akhir reaksi, koloid *nanosilver* berwarna jingga hingga merah kecoklatan seperti pada gambar

3. Perubahan warna tersebut terjadi akibat adanya *surface plasmon resonance* serta akibat adanya reduksi dari ion perak [33].



Gambar 3. Nanosilver (Merah Kecoklatan)

Setelah proses sintesis *nanosilver* dilakukan, dilakukan juga purifikasi untuk menghilangkan pengotor yang ada [33]. Terjadi peningkatan panjang gelombang antara sebelum dan sesudah purifikasi. Data sebelum dan sesudah sentrifugasi dapat dilihat pada lampiran enam dan tujuh. Peningkatan panjang gelombang mengindikasikan bahwa ukuran partikel *nanosilver* yang terbentuk menjadi semakin lebih besar. Hal tersebut mungkin terjadi karena delokalisasi dan pertukaran konduksi elektron pada permukaan partikel yang berdekatan yang kemudian menyebabkan panjang gelombang menjadi lebih besar [36].

Tabel III. Hasil Panjang Gelombang & %Transmitan

Run Order	Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	Konsentrasi Ekstrak (%b/v)	Panjang Gelombang (nm)	%Transmitan (%)
1	1	1.2298	436	88.9
2	2	1.2298	434.6667	83.9
3	1	2.4596	394.6667	81.96667
4	2	2.4596	398.3333	72.46667
5	1.5	1.8447	442	83.6
6	1.5	1.8447	452	85.3
7	1.5	1.8447	448	85.5
8	1.5	1.8447	446	86.7
9	0.79289	1.8447	436	89.5
10	2.20711	1.8447	440.6667	84.2
11	1.5	0.9751	429.3333	90.7
12	1.5	2.7143	354.6667	78.9
13	1.5	1.8447	414	85.7
14	1.5	1.8447	444	86.8
15	1.5	1.8447	440	88.6

16	1.5	1.8447	446	86.6
----	-----	--------	-----	------

*Keterangan : respon \pm %CV

Pada penelitian ini, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan acak, percobaan 1-4 dan 9-12 dilakukan pereplikasian dua kali sehingga didapatkan tiga data. Data replikasi tersebut kemudian di rata-ratakan dan kemudian hasil rata-rata tersebut digunakan sebagai data analisis pada Minitab 17. CV dikatakan rendah jika kurang dari 10% yang artinya presisi tinggi, dikatakan sedang jika diantara 10-20% yang artinya presisi baik, dikatakan tinggi jika diantara 20-30% yang artinya presisi rendah dan sangat tinggi jika diatas 30% artinya presisi sangat rendah [37]. CV yang didapatkan bervariasi sebagaimana bisa diamati pada lampiran 8. Meskipun begitu, hasil data eksperimental memenuhi syarat panjang gelombang dan % transmittansi yang baik menurut Nugroho dan Sari (2018) serta Dewi *et al* (2019). Oleh karena itu, penelitian ini tetap dilanjutkan.

Jika dilihat dari hasil panjang gelombang yang didapatkan pada tabel III, hanya 3 dari 16 percobaan yang tidak memenuhi syarat panjang gelombang yang diinginkan (400-450 nm). Pada percobaan 3, 4, dan 12, panjang gelombang yang didapatkan kurang dari 400 nm. Sampel dengan panjang gelombang antara 300-400 nm mengindikasikan *nanosilver* belum terbentuk dan panjang gelombang tersebut mengindikasikan ion perak (Ag^+) [33].

Berdasarkan penelitian Nugroho dan Sari (2018), %transmittansi diatas 70% sudah mengindikasikan terbentuknya partikel berukuran nano (<200 nm). Berdasarkan hasil penelitian, seluruh formula memenuhi syarat %T yang baik yang bisa dilihat pada tabel III, yaitu diatas 70%. Selain itu, %T yang semakin mendekati 100% menunjukkan bahwa sampel transparan dan memiliki ukuran partikel yang diperkirakan mencapai ukuran nano [27], [28]. Sampel yang memiliki %T paling mendekati 100% adalah sampel percobaan nomor 11 dengan konsentrasi $AgNO_3$ 1,5 mM dan konsentrasi ekstrak 0,9751% b/v. Walaupun begitu, seluruh sampel hasil percobaan memiliki warna yang transparan sehingga diperkirakan seluruh percobaan mencapai ukuran nano.

Berdasarkan uji ANOVA menggunakan Minitab 17, dihasilkan analisis varian dari regresi respon permukaan panjang gelombang vs blok, konsentrasi AgNO₃, dan konsentrasi ekstrak.

Response Surface Regression: P. Gel versus Blocks, AgNO₃, Ekstrak

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	9194.5	1532.41	14.98	0.000
Blocks	1	138.1	138.06	1.35	0.275
Linear	2	4208.1	2104.03	20.56	0.000
AgNO ₃	1	10.0	9.97	0.10	0.762
Ekstrak	1	4198.1	4198.08	41.03	0.000
Square	2	4842.1	2421.06	23.66	0.000
AgNO ₃ *AgNO ₃	1	15.6	15.59	0.15	0.705
Ekstrak*Ekstrak	1	4826.5	4826.53	47.17	0.000
2-Way Interaction	1	6.2	6.25	0.06	0.810
AgNO ₃ *Ekstrak	1	6.2	6.25	0.06	0.810
Error	9	920.8	102.31		
Lack-of-Fit	3	204.8	68.28	0.57	0.654
Pure Error	6	716.0	119.33		
Total	15	10115.3			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
10.1151	90.90%	84.83%	73.07%

Gambar 4. Regresi Respon Permukaan Panjang Gelombang vs Blok, Konsentrasi AgNO₃ dan Ekstrak

Suatu respon dinyatakan berpengaruh secara signifikan jika nilai $p < 0,005$ [39]. Jika dilihat dari respon panjang gelombang pada gambar 4, nilai p pada model penelitian yang digunakan bernilai 0,000 yang artinya model penelitian signifikan ($p < 0,05$) berpengaruh terhadap panjang gelombang. Berikut adalah rumus regresi model.

$$\text{Panjang Gelombang} = 284,5 + 11,5 \text{ konsentrasi AgNO}_3 + 196,3 \text{ konsentrasi ekstrak} - 5,6 \text{ AgNO}_3 * \text{AgNO}_3 - 64,96 \text{ Ekstrak} * \text{Ekstrak} + 4,1 \text{ AgNO}_3 * \text{Ekstrak}$$

Jika dilihat dari nilai p pada uji *lack of fit*, nilai p pada gambar 4 adalah sebesar 0,654. Dari nilai p tersebut, ketidaksesuaian yang terjadi pada penelitian tidak signifikan sehingga dapat dikatakan data panjang gelombang eksperimental sesuai

dengan data panjang gelombang hasil permodelan [39]. Selain itu, dilihat juga rangkuman model pada gambar 4. Nilai *adjusted R²* lebih dari 0,8 (80%) dengan *R²* lebih dari sama dengan 0,8 (80%) dengan perbedaan antara nilai *adjusted R²* dengan *R²* kurang dari 0,2 (20%) menunjukkan bahwa respon (variabel tergantung) dipengaruhi oleh faktor (variabel bebas) secara signifikan [40]. Pada penelitian ini, nilai *adjusted R²* adalah sebesar 84,83% dan nilai *R²* adalah sebesar 90,90%. Nilai *adjusted R²* dan *R²* memenuhi syarat yaitu keduanya lebih dari 80%. Selisih antara nilai *adjusted R²* dengan *R²* adalah sebesar 6,07%. Dari nilai tersebut, faktor konsentrasi AgNO₃ dan konsentrasi ekstrak mempengaruhi panjang gelombang secara signifikan.

Berdasarkan uji ANOVA menggunakan Minitab 17, dihasilkan analisis varian dari regresi respon permukaan panjang gelombang vs blok, konsentrasi AgNO₃, dan konsentrasi ekstrak.

Response Surface Regression: %T versus Blocks, AgNO₃, Ekstrak

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	276.305	46.051	19.37	0.000
Blocks	1	32.111	32.111	13.50	0.005
Linear	2	214.075	107.037	45.01	0.000
AgNO ₃	1	60.474	60.474	25.43	0.001
Ekstrak	1	153.601	153.601	64.59	0.000
Square	2	25.057	12.528	5.27	0.031
AgNO ₃ *AgNO ₃	1	3.167	3.167	1.33	0.278
Ekstrak*Ekstrak	1	21.890	21.890	9.21	0.014
2-Way Interaction	1	5.062	5.062	2.13	0.179
AgNO ₃ *Ekstrak	1	5.062	5.062	2.13	0.179
Error	9	21.402	2.378		
Lack-of-Fit	3	12.087	4.029	2.60	0.148
Pure Error	6	9.315	1.553		
Total	15	297.707			

Model Summary

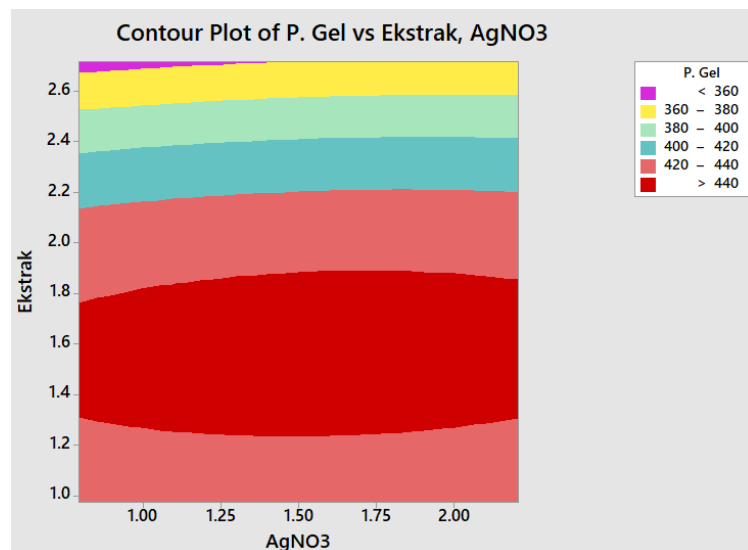
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.54206	92.81%	88.02%	61.89%

Gambar 5. Regresi Respon Permukaan % Transmittan vs Blok, Konsentrasi AgNO₃ dan Ekstrak

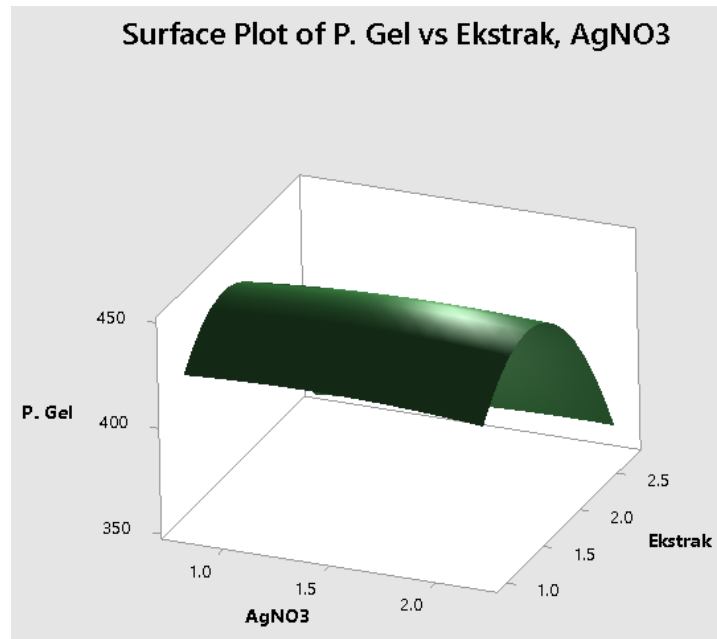
Sama dengan pembahasan pada paragraf sebelumnya, suatu respon dinyatakan berpengaruh secara signifikan jika nilai $p < 0,005$ [39]. Jika dilihat dari respon %T pada gambar 5, nilai p pada model penelitian yang digunakan bernilai 0,000 yang artinya artinya model penelitian signifikan ($p < 0,05$) berpengaruh terhadap % transmittan. Berikut adalah rumus regresi model.

$$\% \text{Transmittan} = 76,82 + 8,80 \text{ AgNO}_3 + 14,50 \text{ Ekstrak} - 2,52 \text{ AgNO}_3 * \text{AgNO}_3 - 4,37 \text{ Ekstrak} * \text{Ekstrak} - 3,66 \text{ AgNO}_3 * \text{Ekstrak}$$

Jika dilihat dari nilai p pada uji kesesuaian (*lack of fit*), nilai p pada gambar 5 adalah sebesar 0,148. Dari nilai p tersebut, ketidaksesuaian yang terjadi pada penelitian tidak signifikan sehingga dapat dikatakan data % transmittan eksperimental sesuai dengan data % transmittan hasil permodelan [39]. Selain itu, dilihat juga rangkuman model pada gambar 5. Pada penelitian ini, nilai *adjusted* R^2 adalah sebesar 88,02% dan nilai R^2 sebesar 92,81%. Nilai *adjusted* R^2 dan R^2 memenuhi syarat yaitu keduanya lebih dari 80%. Selisih antara nilai *adjusted* R^2 dengan R^2 adalah sebesar 4,79%. Dari data tersebut, faktor konsentrasi AgNO_3 dan konsentrasi ekstrak mempengaruhi % transmittan secara signifikan.

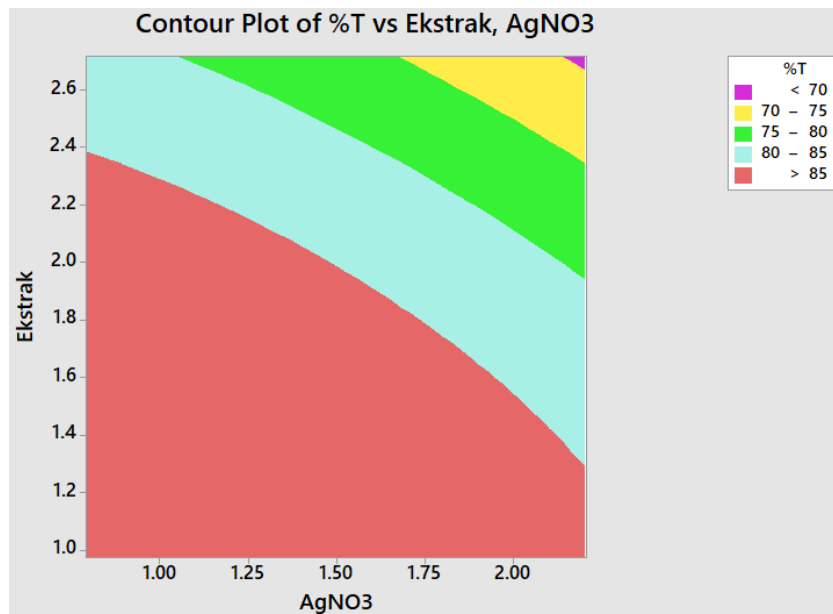


Gambar 6. Contour Plot Panjang Gelombang vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO_3

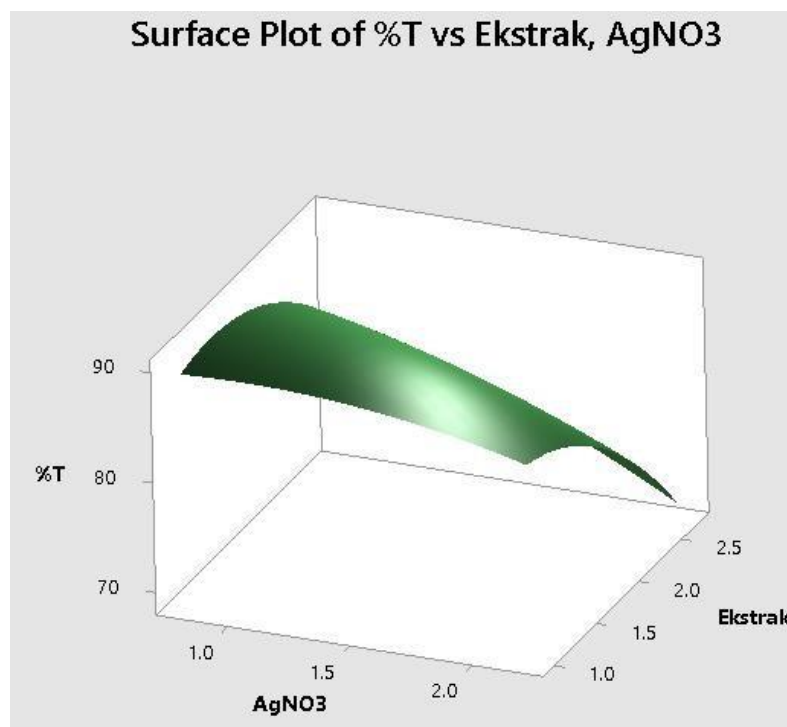


Gambar 7. Plot Permukaan Panjang Gelombang vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO₃

Contour Plot (2D) dan *Response Surface Plot (3D)* dapat dihasilkan dari hasil analisis data menggunakan metode CCD. Pada gambar 6, terdapat 6 warna yang menggambarkan pengaruh konsentrasi ekstrak dan konsentrasi AgNO₃ terhadap respon panjang gelombang. Berdasarkan hasil penelitian, daerah yang berwarna merah, pink, biru, hijau, kuning, dan ungu memiliki rentang panjang gelombang maksimum secara berurutan lebih dari 440 nm, 420-440 nm, 400-420 nm, 380-400 nm, 360-380 nm, dan kurang dari 360 nm. Menurut penelitian Dewi *et al* (2019), panjang gelombang maksimum *nanosilver* adalah 400-450 nm. Jika panjang gelombang maksimum berada pada rentang 300-400 nm menunjukkan panjang gelombang ion Ag⁺, bukan *nanosilver*. Berdasarkan syarat tersebut, daerah yang memenuhi syarat panjang gelombang memiliki warna biru, pink, dan merah. Oleh karena itu, konsentrasi ekstrak dan konsentrasi AgNO₃ yang menghasilkan panjang gelombang optimal terdapat pada daerah yang berwarna biru, pink, dan merah. Plot permukaan panjang gelombang vs konsentrasi ekstrak dan konsentrasi AgNO₃ dapat dilihat pada gambar 7.



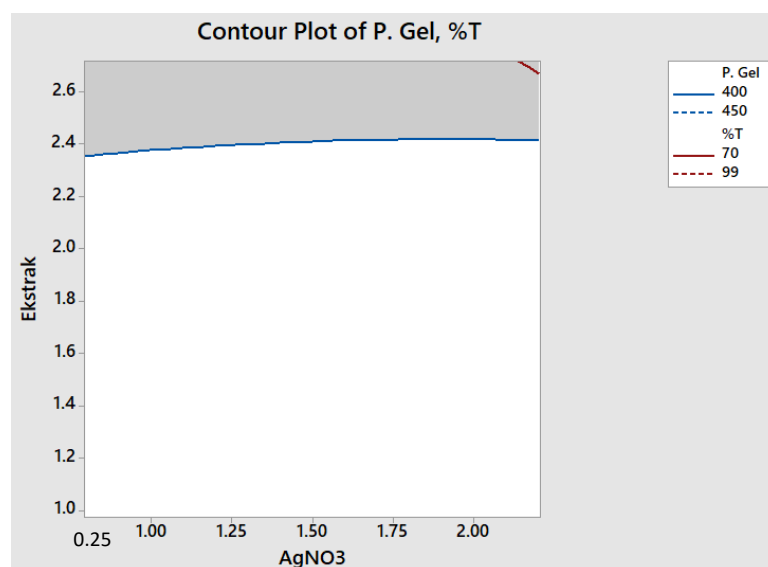
Gambar 8. Contour Plot % Transmittan vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO₃



Gambar 9. Plot Permukaan %Transmittan vs Konsentrasi Ekstrak dan Konsentrasi AgNO₃

Selain respon panjang gelombang, terdapat juga respon %T. Pada gambar 8, terdapat 6 gradasi warna hijau yang menggambarkan pengaruh konsentrasi

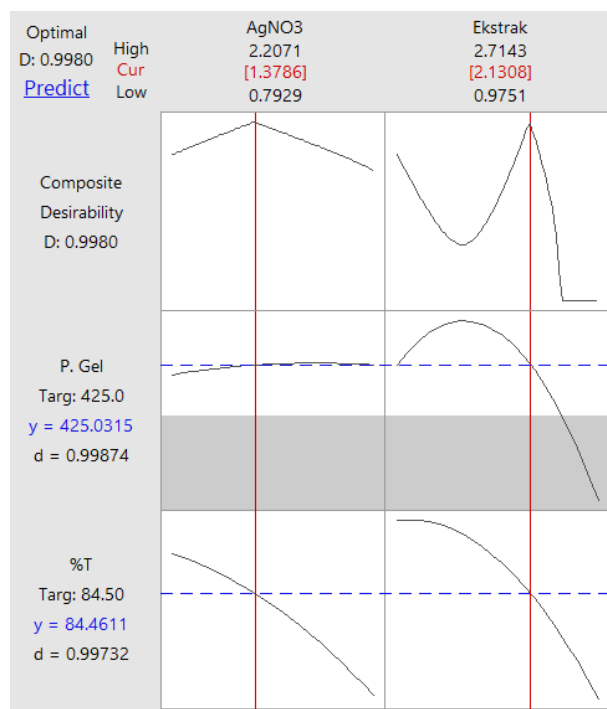
ekstrak dan konsentrasi AgNO_3 terhadap respon % transmittan. Terdapat lima gradasi warna hijau yang masing-masing diberikan kode huruf. Berdasarkan hasil penelitian, daerah yang berwarna pink, biru, hijau, kuning, dan ungu memiliki rentang % transmittan secara berurutan lebih dari 85%, 80-85%, 75-80%, 70-75%, dan kurang dari 70%. Menurut penelitian Nugroho and Sari (2018), % transmittan yang baik adalah diatas 70%. Berdasarkan syarat tersebut, daerah yang memenuhi syarat % transmittan yang baik memiliki pink, biru, hijau, dan kuning. Oleh karena itu, konsentrasi ekstrak dan konsentrasi AgNO_3 yang menghasilkan % transmittan yang optimal terdapat pada daerah berwarna pink, biru, hijau, dan kuning. Plot permukaan % transmittan vs konsentrasi ekstrak dan konsentrasi AgNO_3 dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 10. Daerah Contour Plot Superimposed

Berdasarkan penelitian Kupiec *et al.*, (2011), konsentrasi AgNO_3 dapat mempengaruhi panjang gelombang maksimum *nanosilver* dimana semakin kecil konsentrasi AgNO_3 , maka ukuran partikel akan semakin kecil, sebaliknya, semakin besar konsentrasi AgNO_3 , maka akan semakin kecil pula ukuran *nanosilver*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Khalil *et al* (2014), ukuran partikel akan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak dimana semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka akan semakin kecil ukuran partikel. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi konsentrasi AgNO_3 dan ekstrak untuk mendapatkan

formula *nanosilver* yang optimal. Berdasarkan gambar 10, didapatkan area optimum komposisi *nanosilver* yang diwakili dengan daerah *contour plot* *superimposed* pada daerah yang berwarna putih. Selain itu, didapatkan juga prediksi formula optimum dari hasil analisis Minitab 17 sebagai berikut.



Gambar 11. Solusi Formula Optimum

Berdasarkan hasil solusi dari Minitab pada gambar 11, formula yang optimum adalah formula dengan konsentrasi AgNO₃ 1,3786 mM dan konsentrasi ekstrak 2,1308% b/v. Selain formula tersebut juga, berdasarkan hasil rumus regresi model, peneliti sebagai formulator mengusulkan dua formula lainnya yang juga memenuhi syarat, yaitu formula dengan konsentrasi AgNO₃ 1 mM dan konsentrasi ekstrak 1,2298% b/v yang diprediksikan akan menghasilkan respon panjang gelombang 438,61 nm dan % transmittan 89,82%; serta formula dengan konsentrasi AgNO₃ 1,5 mM dan konsentrasi ekstrak 0,9751% b/v yang diprediksikan akan menghasilkan respon panjang gelombang 424,7937 dan % transmittan 88,98%.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

1. Ditemukan area optimum *nanosilver* menggunakan metode *Central Composite Design*.
2. Ditemukan 3 formula optimum *nanosilver* yang terdiri dari solusi formula yang didapatkan dengan model RSM (konsentrasi AgNO_3 1,3786 mM dan konsentrasi ekstrak 2,1308% b/v) dan dua formula dari rancangan (Konsentrasi AgNO_3 1 mM dengan konsentrasi ekstrak 1,2298% b/v serta konsentrasi AgNO_3 1,5 mM dengan konsentrasi ekstrak 0,9751%).

V.2 Saran

1. Jika penelitian mengenai *nanosilver* dilakukan kembali, sebaiknya menggunakan prosedur baku yang memiliki kondisi operasional yang rinci seperti pengendalian suhu selama proses sintesis *nanosilver*.
2. Perlu dilakukan validasi terhadap persamaan regresi optimasi yang didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. K. Patra *et al.*, “Nano Based Drug Delivery Systems: Recent Developments and Future Prospects 10 Technology 1007 Nanotechnology 03 Chemical Sciences 0306 Physical Chemistry (incl. Structural) 03 Chemical Sciences 0303 Macromolecular and Materials Chemistry 11 Medical and He,” *J. Nanobiotechnology*, vol. 16, no. 1, pp. 1–33, 2018.
- [2] L. P. Ge, Q. T. Li, M. Wang, O. Y. Jun, X. J. Li, and M. M. Xing, “Nanosilver Particles in Medical Applications : Synthesis , Performance , and Toxicity,” *Int J Nanomedicine*, vol. 9, pp. 2399–2407, 2014.
- [3] F. Paladini and M. Pollini, “Antimicrobial Silver Nanoparticles for Wound Healing Application: Progress and Future Trends,” *Materials (Basel)*., vol. 12, no. 16, p. 4, 2019.
- [4] J. Pulit, M. Banach, and Z. Kowalski, “Chemical Reduction as the Main Method for Obtaining Nanosilver Chemical Reduction as the Main Method for Obtaining Nanosilver,” *J. Comput. Theor. Nanosci*, vol. 10, no. 2, pp. 1–9, 2015.
- [5] A. . Kupiec, D. Malina, Z. Wzorek, and M. Zimowska, “Influence of Silver Nitrate Concentration on The Properties of Silver Nanoparticles,” *Micro Nano Lett*, vol. 6, no. 8, pp. 656–660, 2011.
- [6] L. B. Anigol, J. S. Charantimath, and P. M. Gurubasavaraj, “Effect of Concentration and pH on the Size of Silver Nanoparticles Synthesized by Green Chemistry,” *OMCIJ*, vol. 3, no. 5, pp. 1–5, 2017.
- [7] W. D. P. Rengga, A. Yufitasari, and W. Adi, “Synthesis of Silver Nanoparticles From Silver Nitrate Solution Using Green Tea Extract (Camelia Sinensis) As Bioreductor,” *JBAT*, vol. 6, no. 1, pp. 32–38, 2017.
- [8] X. Li, H. Xu, Z. S. Chen, and G. Chen, “Biosynthesis of Nanoparticles by Microorganisms and Their Applications,” *J. Nanomater*, vol. 2011, pp. 1–16, 2011.

- [9] W. Handayani, A. S. Ningrum, and C. Imawan, "The Role of pH in Synthesis Silver Nanoparticles Using *Pometia pinnata* (Matoa) Leaves Extract as Bioreductor," *J.Phys. Conf. Ser*, vol. 1428, no. 1, pp. 1–5, 2020.
- [10] R. Z. Maarebia, A. Wahid Wahab, and P. Taba, "Synthesis and Characterization Of Silver Nanoparticles Using Water Extract of Sarang Semut (*Myrmecodia pendans*) For Blood Glucose Sensors," *Akta Kim. Indones*, vol. 12, no. 1, p. 29, 2019.
- [11] C. Anesini, G. E. Ferraro, and R. Filip, "Total Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Commercially Available Tea (*Camellia sinensis*) in Argentina," *J. Agric. Food Chem*, vol. 56, no. 19, pp. 9225–9229, 2008.
- [12] M. Latos-Brozio and A. Masek, "Structure-Activity Relationships Analysis of Monomeric and Polymeric Polyphenols (Quercetin, Rutin and Catechin) Obtained by Various Polymerization Methods," *Chem. Biodivers.*, vol. 16, no. 12, pp. 1–14, 2019.
- [13] T. Tong, Y. J. Liu, J. Kang, C. M. Zhang, and S. G. Kang, "Antioxidant Activity and Main Chemical Components of A Novel Fermented Tea," *Molecules*, vol. 24, no. 16, pp. 1–14, 2019.
- [14] F. S. Christania, R. Dwiastuti, and S. H. Yuliani, "Lipid and Silver Nanoparticles Gels Formulation of Tempeh Extract," *J. Pharm. Sci. Community*, vol. 16, no. 2, pp. 56–62, 2020.
- [15] A. B. Enogieru, W. Haylett, D. C. Hiss, S. Bardien, and O. E. Ekpo, "Rutin as a Potent Antioxidant: Implications for Neurodegenerative Disorders," *Oxid*, vol. 2018, 2018.
- [16] N. Yousefi, M. Pazouki, A. Hesari, and M. Alizadeh, "Statistical Evaluation of the Pertinent Parameters in Biosynthesis of Ag / MWf-CNT Composites Using Plackett-Burman Design and Response Surface Methodology," *Iran. J. Chem. Chem. Eng*, vol. 35, no. 2, pp. 51–62, 2016.
- [17] M. Nasution, "Kajian Tentang Hubungan Deret Volta Dan Korosi Serta

- Penggunaannya Dalam Kehidupan Sehari-Hari,” *SEMNASTEK UISU*, pp. 251–254, 2019.
- [18] M. Tariq, A. Naveed, and A. K. Barkat, “The Morphology, Characteristics, and Medicinal Properties of *Camellia sinensis* Tea,” *J. Med. Plant Res*, vol. 4, no. 19, pp. 2028–2033, 2010.
- [19] Z. Khafidhoh, S. S. Dewi, and A. Iswara, “Efektivitas Infusa Kulit Jeruk Purut (*Citrus hystrix* DC .) Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*,” *URECOL*, pp. 31–37, 2015.
- [20] N. Wendri, N. N. Rupiasih, and M. Sumadiyasa, “Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Sambiloto: Optimasi Proses Dan Karakterisasi,” *JUSAMI*, vol. 18, no. 4, p. 162, 2017.
- [21] Y. Zhou and R. C. Tang, “Facile and Eco-friendly Fabrication of Colored and Bioactive Silk Materials Using Silver Nanoparticles Synthesized by Two Flavonoids,” *Polymers (Basel)*, vol. 10, no. 4, 2018.
- [22] E. A. Terenteva, V. V. Apyari, S. G. Dmitrienko, and Y. A. Zolotov, “Formation of Plasmonic Silver Nanoparticles by Flavonoid Reduction: A Comparative Study and Application for Determination of These Substances,” *Spectrochim Acta A*, vol. 151, pp. 89–95, 2015.
- [23] F. D. O. Riswanto, A. Rohman, S. Pramono, and S. Martono, “Application of Response Surface Methodology as Mathematical and Statistical Tools in Natural Product Research,” *J. Appl. Pharm. Sci.*, vol. 9, no. 10, pp. 125–133, 2019.
- [24] Yanlinastuti and S. Fatimah, “Pengaruh Konsentrasi Pelarut Untuk Menentukan Paduan U-Zr Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis,” *PIN*, vol. 9, no. 17, pp. 22–33, 2016.
- [25] K. Anandalakshmi, J. Venugobal, and V. Ramasamy, “Characterization of Silver Nanoparticles by Green Synthesis Method Using *Pedalium murex* Leaf Extract and Their Antibacterial Activity,” *Appl Nanosci*, vol. 6, no. 3,

pp. 399–408, 2016.

- [26] S. Chowdhury, F. Yusof, M. Omer, and N. Sulaiman, “Process Optimization of Silver Nanoparticle Synthesis using Response Surface Methodology,” *Procedia Eng.*, vol. 148, pp. 992–999, 2016.
- [27] N. Huda and I. Wahyuningsih, “Karakterisasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lam.),” *JFKI*, vol. 3, no. 2, p. 49, 2018.
- [28] M. Abdassah, “Nanopartikel Dengan Gelasi Ionik,” *Farmaka*, vol. 15, no. 1, pp. 45–52, 2009.
- [29] E. R. Sari and Meitisa, “Standarisasi Mutu Ekstrak Daun Singkong (*Manihot esculenta* Crantz),” *J. Ilm. Bakti Farm.*, vol. 2, no. 1, pp. 13–20, 2017.
- [30] D. Aryantini, F. Sari, and Juleha, “Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Aktif Terstandar Flavonoid Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.),” *J. Wiyata*, vol. 4, no. 2, pp. 143–150, 2017.
- [31] V. A. Fabiani, M. A. Putri, M. E. Saputra, and D. P. Indriyani, “Sintesis Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Pelawan (*Tristaniaopis merguensis*) dan Uji Aktivitas Antibakteri,” *J. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 4, no. 3, pp. 172–178, 2019.
- [32] P. Singh, Y. J. Kim, C. Wang, R. Mathiyalagan, M. El-Agamy Farh, and D. C. Yang, “Biogenic Silver and Gold Nanoparticles Synthesized Using Red Ginseng Root Extract, and Their Applications,” *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, vol. 44, no. 3, pp. 811–816, 2016.
- [33] K. T. A. Dewi, Kartini, J. Sukweenadhi, and C. Avanti, “Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil Green Synthesis Menggunakan Ekstrak Air Daun Sendok (*Plantago major* L.),” *JPSR*, vol. 6, no. 2, pp. 69–81, 2019.

- [34] P. I. Sari, M. L. Firdaus, and E. Rina, "Pembuatan Nanopartikel Perak (NPP) dengan Bioreduktor Ekstrak Buah Muntingia Calabura L untuk Analisis Logam Merkuri," *Alotrop*, vol. 1, no. 1, pp. 20–26, 2017.
- [35] D. E. Oktaviantari, N. Feladita, and R. Agustin, "Identification of Hydroquinones in Cleaning Bleaching Soap Face At Three Beauty Clinics In Bandar Lampung With Thin Layer Chromatography and UV-Vis Spectrophotometry," *J. Anal. Farm.*, vol. 4, no. 2, pp. 91–97, 2019.
- [36] N. Ahmad, B. C. Ang, M. A. Amalina, and C. W. Bong, "Influence of Precursor Concentration and Temperature on The Formation of Nanosilver in Chemical Reduction Method," *Sains Malaysiana*, vol. 47, no. 1, pp. 157–168, 2018.
- [37] M. F. Couto, L. A. Peternelli, and M. H. P. Barbosa, "Classification of The Coefficients of Variation for Sugarcane Crops," *Ciencia Rural*, vol. 43, no. 6, pp. 957–961, 2013.
- [38] B. H. Nugroho and N. P. Sari, "Formulation of Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Karamunting Leaf Extract (*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait.) Hassk)," *J. Ilm. Farm.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [39] Y. Hendrawan, B. Susilo, A. W. Putranto, D. F. Al Riza, D. M. Maharani, and M. N. Amri, "Optimasi Dengan Algoritma RSM-CCD Pada Evaporator Vakum Waterjet Dengan Pengendalian Suhu Fuzzy Pada Pembuatan Permen Susu," *J. Agritech*, vol. 36, no. 02, p. 226, 2016.
- [40] N. B. R. Purba, A. Rohman, and S. Martono, "The Optimization of HPLC for Quantitative Analysis of Acid Orange 7 and Sudan II in Cosmetic Products Using Box Behnken Design," *Int. J. Appl. Pharm.*, vol. 11, no. 2, pp. 130–137, 2019.
- [41] M. M. H. Khalil, E. H. Ismail, K. Z. El-Baghdady, and D. Mohamed, "Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Olive Leaf Extract and Its

Antibacterial Activity,” *Arab. J. Chem.*, vol. 7, no. 6, pp. 1131–1139, 2014.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat Bahan, dan Instrumen yang Digunakan Dalam Proses Pembuatan *Nanosilver*





Lampiran 2. Data Penimbangan

Replikasi I

AgNO₃ (340 mg)	Ekstrak (0,9751 g)	Ekstrak (1,2298 g)
w : 1428 mg	w : 0,2054 g	w : 0,4389 g
w+i : 14638 mg	w+i : 1,1817 g	w+i : 1,6692 g
w+s : 14298 mg	w+s : 0,2073	w+s : 0,4390 g
i : 340 mg	i : 0,9744	i : 1,2302 g
Ekstrak (1,8447 g)	Ekstrak (2,4596 g)	Ekstrak (2,7143 g)
w : 0,2058 g	w : 0,2062 g	w : 0,2063 g
w+i : 2,0507 g	w+i : 2,6667 g	w+i : 2,9215 g
w+s : 0,2060 g	w+s : 0,2063 g	w+s : 0,2068 g
i : 1,8447 g	i : 2,4604 g	i : 2,7147 g

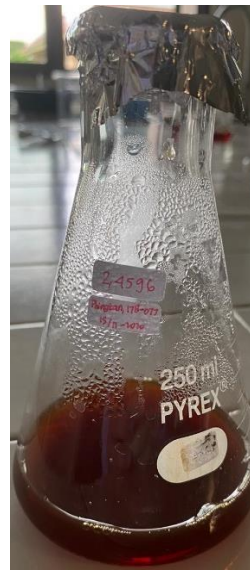
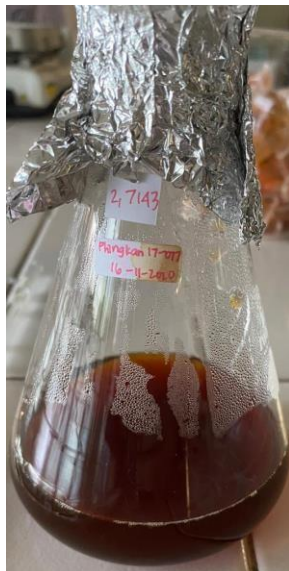
Replikasi II

AgNO₃ (425 mg)	Ekstrak (0,9751 g)	Ekstrak (1,2298 g)
w : 14297 mg	w : 0,4571 g	w : 0,4571 g
w+i : 14722 mg	w+i : 1,4325 g	w+i : 1,4325 g
w+s : 14297 mg	w+s : 0,4574 g	w+s : 0,4574 g
i : 425 mg	i : 0,9751 g	i : 0,9751 g
Ekstrak (1,8447 g)	Ekstrak (2,4596 g)	Ekstrak (2,7143 g)
w : 0,4373 g	w : 0,4830 g	w : 0,4894 g
w+i : 2,2829 g	w+i : 2,9429 g	w+i : 3,2104 g
w+s : 0,4377 g	w+s : 0,4834 g	w+s : 0,4911 g
i : 1,8452 g	i : 2,4595 g	i : 2,7193 g

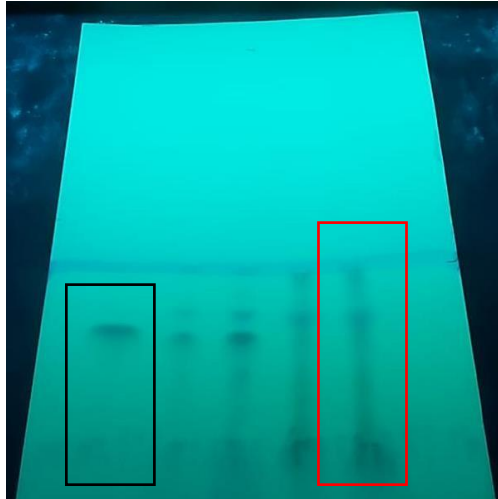
Replikasi III

AgNO₃ (425 mg) w : 10555 mg w+i : 10986 mg w+s : 10559 mg i : 427 mg	Ekstrak (0,9751 g) w : 0,2675 g w+i : 1,2426 g w+s : 0,2676 g i : 0,9750 g	Ekstrak (1,2298 g) w : 0,2666 g w+i : 1,4965 g w+s : 0,2668 g i : 1,2297 g
Ekstrak (1,8447 g) w : 0,2715 g w+i : 2,1162 g w+s : 0,2715 g i : 1,8447 g	Ekstrak (2,4596 g) w : 0,2884 g w+i : 2,7481 g w+s : 0,2884 g i : 2,4597 g	Ekstrak (2,7143 g) w : 0,2778 g w+i : 2,9926 g w+s : 0,2778 g i : 2,7148 g

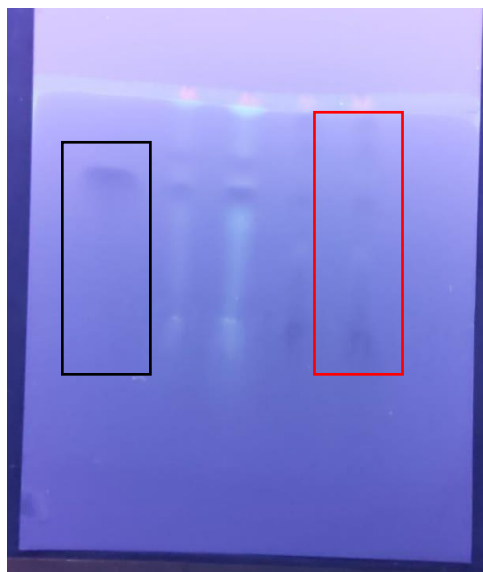
Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan dan Hasil Infusa Daun Teh Hitam



Lampiran 4. Dokumentasi Hasil Uji KLT Infusa Daun Teh Hitam



Pada sinar UV 254 nm



Pada sinar UV 366 nm

Keterangan :

- Kotak Hitam adalah baku rutin
- Kotak merah adalah ekstrak daun teh hitam

Lampiran 5. Dokumentasi Proses Sintesis *Nanosilver*



Lampiran 6. Nanosilver Sebelum dan Sesudah Purifikasi



Sebelum Purifikasi (Replikasi 1)



Sebelum Purifikasi (Replikasi 2)



Sebelum Purifikasi (Replikasi 3)



Sesudah Purifikasi (Replikasi 1)



Sesudah Purifikasi (Replikasi 2)



Sesudah Purifikasi (Replikasi 3)

Lampiran 7. Data Hasil Panjang Gelombang dan %Transmitan *Nanosilver* Sebelum Purifikasi

No	Formula	Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	Konsentrasi Ekstrak (%b/v)	Panjang Gelombang (nm)			Rata-rata ± CV
				Replikasi 1	Replikasi 2	Repikasi 3	
1	1	1	1,2298	418	424	430	424 ± 1,4151
2	2	2	1,2298	424	418	432	424.6667 ± 1,6539
3	3	1	2,4596	294	426	434	384.6667 ± 20,4389
4	4	2	2,4596	304	424	458	395.3333 ± 20,4646
5	9	0,79289	1,8447	426	434	426	428.6667 ± 1,0775
6	10	2,20711	1,8447	426	440	424	430 ± 2,0274
7	11	1,5	0,9751	422	416	424	420.6667 ± 0,9897
8	12	1,5	2,7143	430	270	450	383.3333 ± 25,7368
9	5	1,5	1,8447	428			427 ± 1,7346
10	6	1,5	1,8447	430			
11	7	1,5	1,8447	426			
12	8	1,5	1,8447	430			
13	13	1,5	1,8447	410			
14	14	1,5	1,8447	426			
15	15	1,5	1,8447	432			
16	16	1,5	1,8447	434			

No	Formula	Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	Konsentrasi Ekstrak (%b/v)	% Transmitan			Rata-rata ± CV
				Replikasi 1	Replikasi 2	Repikasi 3	
1	1	1	1,2298	82.7	86.4	88.4	85.8333 ± 3,3693
2	2	2	1,2298	78.1	83.9	79	80.3333 ± 3,8856
3	3	1	2,4596	65.7	86.6	87	79.7667 ± 15,2742
4	4	2	2,4596	67	76.7	71.5	71.7333 ± 6,7670
5	9	0,79289	1,8447	85.8	86.8	88.2	86.9333 ± 1,3867
6	10	2,20711	1,8447	75.4	78	84.1	79.1667 ± 5,6410
7	11	1,5	0,9751	83.6	95.73	87.3	88.8767 ± 6,9949
8	12	1,5	2,7143	78.8	42.4	61.1	60.7667 ± 29,9544
9	5	1,5	1,8447	83.8			82,7375 ± 1,6722
10	6	1,5	1,8447	79.9			
11	7	1,5	1,8447	81.4			
12	8	1,5	1,8447	82.9			
13	13	1,5	1,8447	83.8			
14	14	1,5	1,8447	83.2			
15	15	1,5	1,8447	83.3			
16	16	1,5	1,8447	83.6			

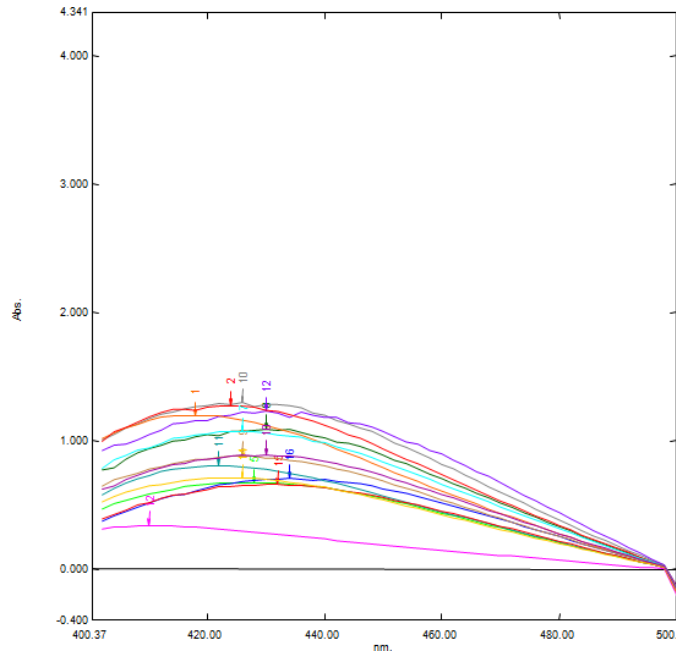
Lampiran 8. Data Hasil Panjang Gelombang dan %Transmitan *Nanosilver* Sesudah Purifikasi

No	Formula	Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	Konsentrasi Ekstrak (%b/v)	Panjang Gelombang (nm)			Rata-rata ± CV
				Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	
1	1	1	1,2298	430	438	440	436 ± 1,2136
2	2	2	1,2298	438	438	428	434,6667 ± 51,3283
3	3	1	2,4596	300	436	448	394,6667 ± 20,8285
4	4	2	2,4596	303	444	448	398,3333 ± 20,7327
5	9	0,79289	1,8447	440	436	432	436 ± 0,9174
6	10	2,20711	1,8447	452	438	432	440,6667 ± 2,3290
7	11	1,5	0,9751	436	420	432	429,3333 ± 1,9394
8	12	1,5	2,7143	452	258	354	354,6667 ± 27,3501
9	5	1,5	1,8447	442			441,5 ± 2,6497
10	6	1,5	1,8447	452			
11	7	1,5	1,8447	448			
12	8	1,5	1,8447	446			
13	13	1,5	1,8447	414			
14	14	1,5	1,8447	444			
15	15	1,5	1,8447	440			
16	16	1,5	1,8447	446			

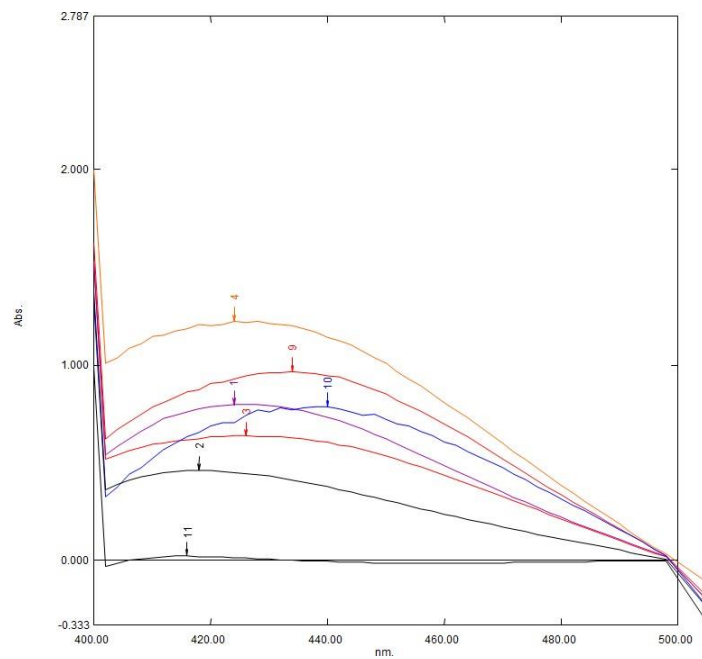
No	Formula	Konsentrasi AgNO ₃ (mM)	Konsentrasi Ekstrak (%b/v)	% Transmitan			Rata-rata ± CV
				Replikasi 1	Replikasi 2	Repikasi 3	
1	1	1	1,2298	82.1	98.6	86	88.9 ± 9,7006
2	2	2	1,2298	79.2	90.5	82	83.9 ± 7,0139
3	3	1	2,4596	69.2	89.2	87.5	81.96667 ± 13,5285
4	4	2	2,4596	69.2	74.1	74.1	72.46667 ± 3,9039
5	9	0,79289	1,8447	89.5	88.8	90.2	89.5 ± 0,7821
6	10	2,20711	1,8447	80.3	85.9	86.4	84.2 ± 4,0223
7	11	1,5	0,9751	87.1	94.9	90.1	90.7 ± 4,3379
8	12	1,5	2,7143	83.1	77.8	75.8	78.9 ± 4,7810
9	5	1,5	1,8447	83.6			86,1 ± 1,6865
10	6	1,5	1,8447	85.3			
11	7	1,5	1,8447	85.5			
12	8	1,5	1,8447	86.7			
13	13	1,5	1,8447	85.7			
14	14	1,5	1,8447	86.8			
15	15	1,5	1,8447	88.6			
16	16	1,5	1,8447	86.6			

Lampiran 9. Grafik Panjang Gelombang *Nanosilver*

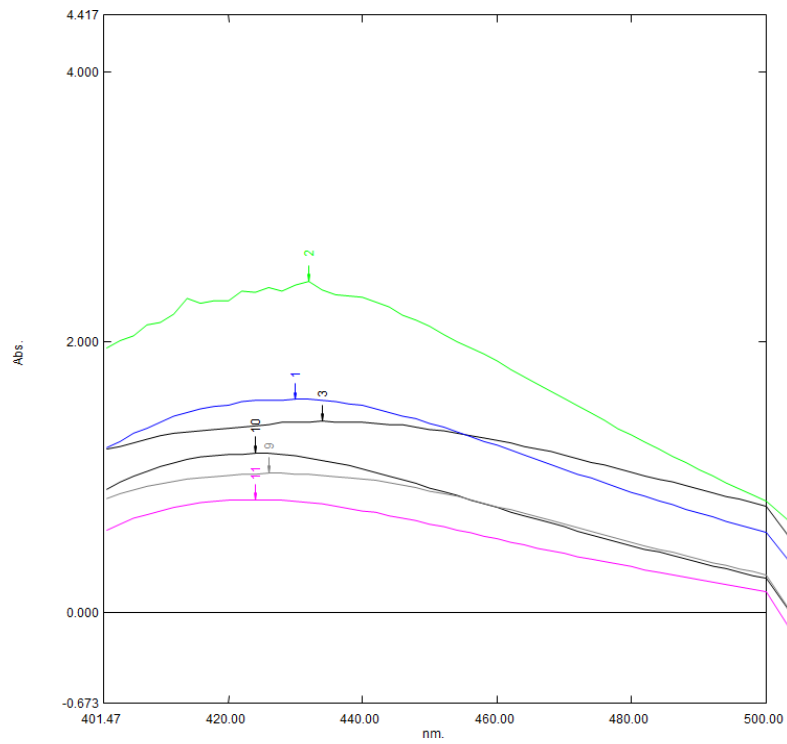
Panjang gelombang maksimum *nanosilver* sebelum di purifikasi (replikasi 1)



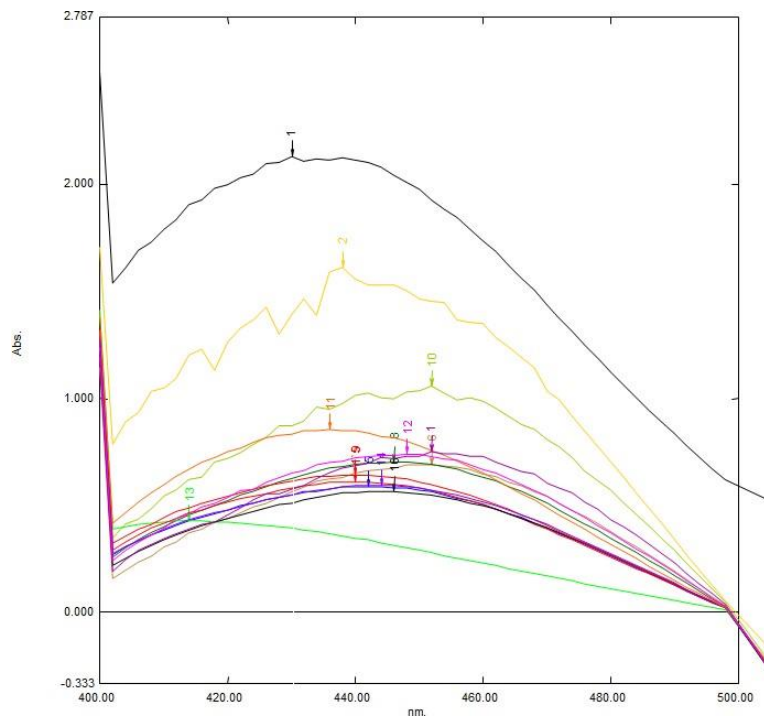
Panjang gelombang maksimum *nanosilver* sebelum di purifikasi (Replikasi 2)



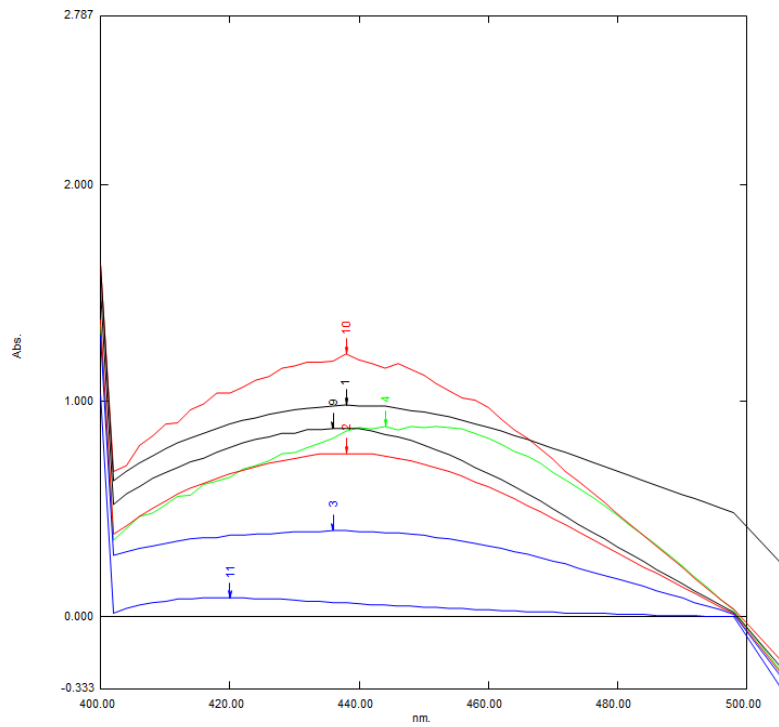
Panjang gelombang maksimum *nanosilver* sebelum di purifikasi (Replikasi 3)



Panjang gelombang maksimum *nanosilver* setelah di purifikasi (replikasi 1)



Panjang gelombang maksimum *nanosilver* setelah di purifikasi (replikasi 2)



Panjang gelombang maksimum *nanosilver* setelah di purifikasi (replikasi 3)

