

**PENGARUH KECEPATAN SENTRIFUGASI DALAM PROSES
PURIFIKASI SEDIAAN NANOSILVER HASIL *GREEN SYNTHESIS***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.)
Program Studi Farmasi



Oleh:

Agnes Faustina Ngoe Dena

NIM: 198114136

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA**

2023

**PENGARUH KECEPATAN SENTRIFUGASI DALAM PROSES
PURIFIKASI SEDIAAN NANOSILVER HASIL *GREEN SYNTHESIS***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S. Farm.)
Program Studi Farmasi



Oleh:

Agnes Faustina Ngoe Dena

NIM: 198114136

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA**

2023

Persetujuan Pembimbing

**PENGARUH KECEPATAN SENTRIFUGASI DALAM PROSES
PURIFIKASI SEDIAAN *NANOSILVER* HASIL *GREEN SYNTHESIS***

Skripsi yang diajukan oleh

Agnes Faustina Ngoe Dena

NIM: 198114136

Telah disetujui oleh

Pembimbing



(Dr. apt. Rini Dwiastuti)

17 Mei 2023

Pengesahan Skripsi Berjudul

**PENGARUH KECEPATAN SENTRIFUGASI DALAM PROSES
PURIFIKASI SEDIAAN NANOSILVER HASIL *GREEN SYNTHESIS***

Oleh:

Agnes Faustina Ngoe Dena

NIM: 198114136

Dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi

Fakultas Farmasi

Universitas Sanata Dharma

Pada tanggal:

Mengetahui

Fakultas Farmasi

Universitas Sanata Dharma



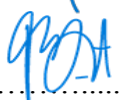
Dekan


Dr. apt. Dewi Setyaningsih

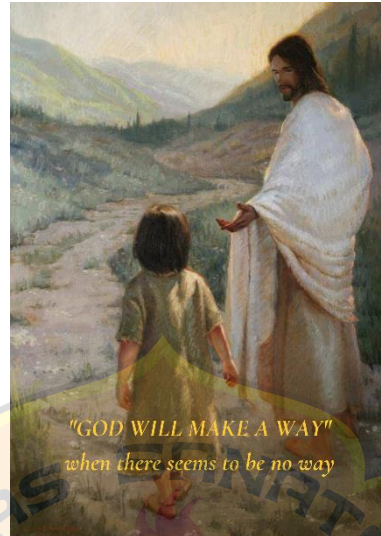
Panitia Penguji

1. Dr. apt. Sri Hartati Yuliani
2. Dr. Florentinus Dika Octa Riswanto, M. Sc
3. Dr. apt. Rini Dwiastuti

Tanda tangan


.....

.....

.....

HALAMAN PERSEMBAHAN



Karya ini saya persembahkan pertama-tama untuk Tuhan Yesus dan Bunda Maria yang terus menyertai saya sampai di titik ini.

Bapak, Mama, Kakak, Adik, Ine Ema Ebu Kajo, serta keluarga besar yang selalu mendoakan, menyayangi, dan memberi semangat.

Teman-teman yang selalu mendoakan dan mendukung dalam masa perjuangan.

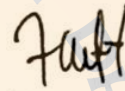
Serta untuk Almamaterku tercinta Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

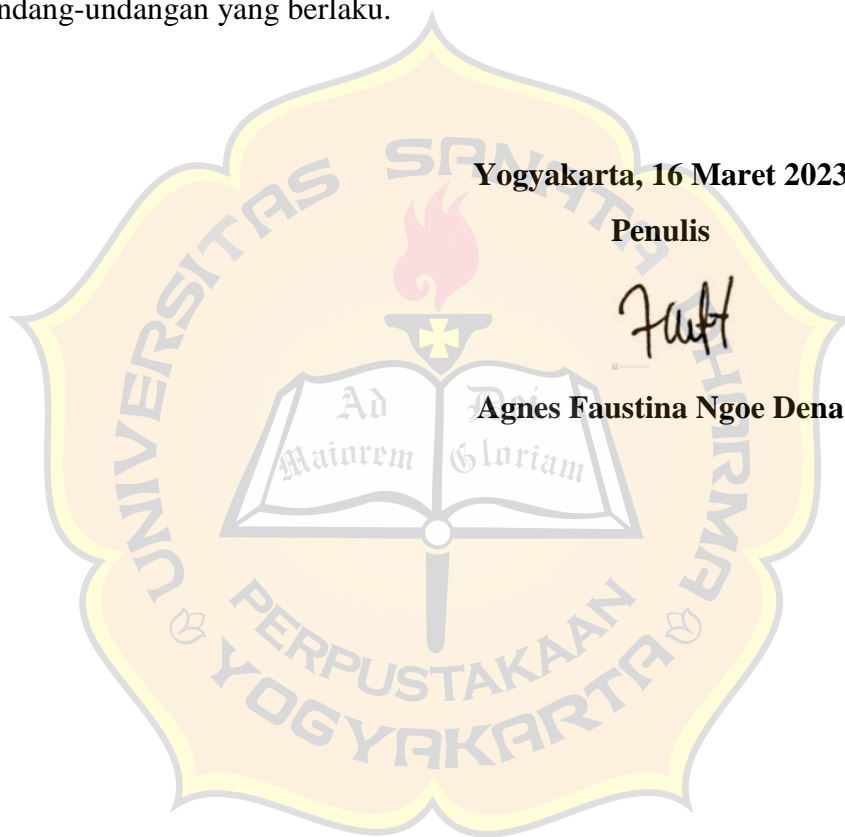
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini tidak memuat karya atau bagian karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dalam kutipan dan daftar pustaka, dengan mengikuti ketentuan sebagaimana layaknya karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiarisme dalam naskah ini, maka saya bersedia menanggung segala sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 16 Maret 2023

Penulis



Agnes Faustina Ngoe Dena



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma:

Nama : Agnes Faustina Ngoe Dena

Nomor Mahasiswa : 198114136

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan
*Nanosilver Hasil Green Synthesis***

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada).

Dengan demikian saya memberikan kepada perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Atas kemajuan teknologi informasi, saya tidak keberatan jika nama, tanda tangan, gambar atau *image* yang ada di dalam karya ilmiah saya terindeks oleh mesin pencari (*search engine*), misalnya *google*.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal: 16 Maret 2023

Yang menyatakan



(Agnes Faustina Ngoe Dena)

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala berkat dan penyertaannya, penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul “Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan *Nanosilver* Hasil *Green Synthesis*” dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S. Farm.) di Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Keluarga tercinta Bapak Fransiskus Dena, Mama Yasinta Egu, S.Ag., Kakak Sofia R. Awa Dena, S.Ak., Aryani K. P. Dena, A.Md.Vet., Adik Stefania M. Dena, Polikarpus S. B. Dena, dan Maria Y. Menge Dena, serta keluarga besar yang selalu memotivasi, mendukung, dan selalu mendoakan penulis selama menempuh pendidikan di S1 Fakultas Farmasi sampai dengan selesainya skripsi ini.
2. Ibu Dr. apt. Dewi Setyaningsih selaku Dekan Fakultas Farmasi dan selaku Dosen Pembimbing Akademik Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Florentinus Dika Octa Riswanto, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta sekaligus Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis yang memperlancar penelitian dan penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. apt. Rini Dwiastuti selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, motivasi, dukungan, kritik, dan saran kepada penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan skripsi ini, serta atas bantuannya berupa peminjaman alat *sonicator bath* dan pemberian bahan penelitian kepada penulis sehingga memperlancar proses penelitian.
5. Dr. apt. Sri Hartati Yuliani selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran kepada penulis yang memperlancar penelitian dan penyusunan skripsi.

6. Bapak apt. Michael Raharja Gani, M.Farm yang telah memberikan bahan penelitian yaitu baku genistein untuk keperluan uji KLT kepada penulis.
7. Bapak Markus Aditya Bimo Putranto dan Bapak Kayatno selaku laboran yang telah membantu dalam proses penelitian skripsi ini.
8. Teman seperjuangan penelitian skripsi *nanosilver* dengan bioreduktor ekstrak tempe Thesa dan Queen yang saling membantu dan mendukung satu sama lain dengan sabar, serta kakak Christania, Safri, dan Elula yang bersedia berdiskusi dengan penulis.
9. Muria rempong sekaligus grup nganga Nogeng, Ina, Lely, Aster, Kak Yan, Kak Aldy, Elnak, dan Juan, sahabat Bobby, East Nusa Tenggara Squad, Keluarga Pampang Tyas, Ibek, Valen, Jessi, Velin, Nando, Greg, Ica, dan almh. Ernest yang telah menghibur dan memberi semangat selama perkuliahan sampai selesainya proses penyusunan skripsi.
10. Seluruh teman kelas FSMD 2019 dan angkatan 2019 atas kebersamaan, suka, duka, yang telah kita nikmati selama perkuliahan, berorganisasi, maupun dalam kepanitiaan, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis sampai sekarang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat digunakan dalam pengembangan ilmu kefarmasian.

Yogyakarta, 26 Maret 2023

Penulis



Agnes Faustina Ngoe Dena

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	vi
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Keaslian Penelitian.....	2
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Nanosilver</i>	5
B. Tempe.....	7
1. Deskripsi Tempe	7
2. Fermentasi Tempe.....	8
3. Kandungan Kimia Tempe	9
4. Sintesis <i>Nanosilver</i> dengan Ekstrak Tempe sebagai Bioreduktor	9
C. Purifikasi	10
D. Landasan Teori	10
E. Hipotesis.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	13
A. Jenis dan Rancangan Penelitian.....	13

B. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	13
1. Variabel Utama	13
2. Variabel Pengacau	133
3. Definisi Operasional	13
C. Bahan Penelitian	14
D. Alat Penelitian.....	14
E. Tata Cara Penelitian	15
1. Pengumpulan Tempe	155
2. Pembuatan Ekstrak Tempe	15
3. Uji Kualitatif Flavonoid	15
4. Pembuatan Larutan AgNO ₃ 1mM	16
5. Sintesis <i>Nanosilver</i>	16
6. Penentuan Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan <i>Nanosilver</i>	17
7. Karakterisasi <i>Nanosilver</i> dengan Spektrofotometer UV-Vis.....	17
8. Penentuan nilai <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA)	17
9. Penentuan Nilai Persentase Transmittan.....	17
F. Analisis Hasil	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Ekstraksi Tempe	19
B. Uji Kualitatif Flavonoid	19
C. Proses Sintesis <i>Nanosilver</i>	22
D. Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan <i>Nanosilver</i>	24
1. Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi terhadap Persen Transmittan.....	24
2. Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi terhadap Ukuran Partikel	27
E. Hasil Uji Statistik	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
A. Kesimpulan	311
B. Saran.....	311
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36
BIOGRAFI PENULIS	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tempe.....	7
Gambar 2. Hasil Uji KLT pada lampu UV 254.....	21
Gambar 3. Mekanisme reduksi Ag^+ dari larutan AgNO_3 oleh senyawa genistein..	22
Gambar 4. Hasil sintesis <i>nanosilver</i> pada menit ke-15 dengan suhu 80°C	23
Gambar 5. Panjang gelombang sintesis <i>nanosilver</i> bioreduktor ekstrak tempe.....	24
Gambar 6. <i>Nanosilver</i> Sebelum Purifikasi dan Sesudah Purifikasi.....	24
Gambar 7. Grafik Efek Kecepatan Sentrifugasi terhadap % Transmitan.....	26
Gambar 8. Grafik Efek Kecepatan Sentrifugasi terhadap Ukuran Partikel.....	28



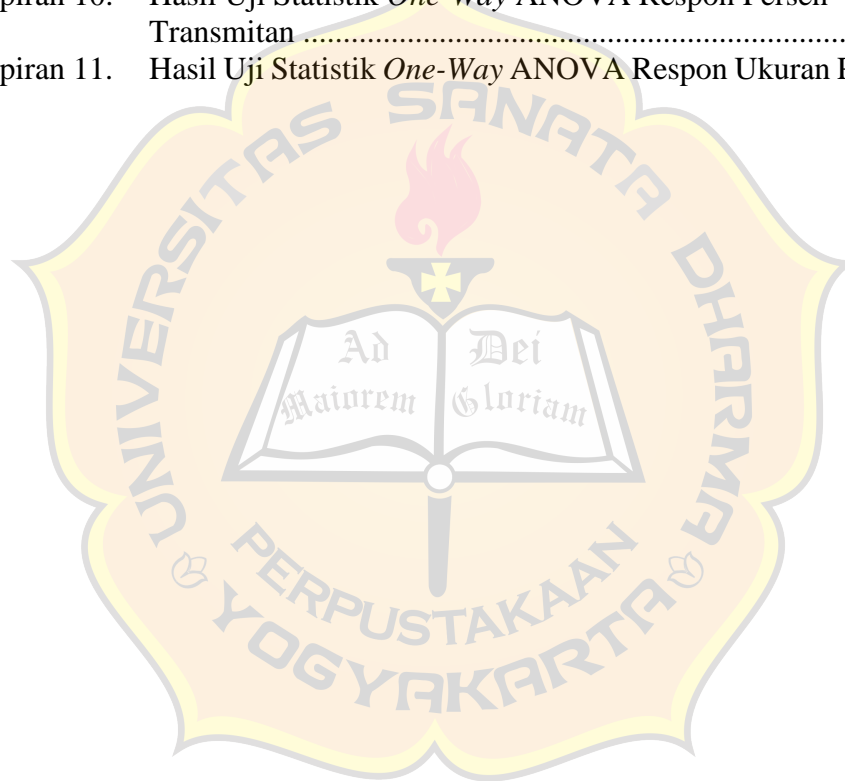
DAFTAR TABEL

Tabel I.	Hasil Persentase Transmittan Sebelum Purifikasi.....	25
Tabel II.	Hasil Persentase Transmittan Sesudah Purifikasi.....	25
Tabel III.	Hasil Ukuran Partikel Sebelum Purifikasi.....	27
Tabel IV.	Hasil Ukuran Partikel Sesudah Purifikasi.....	28
Tabel V.	Hasil Respon Persentase Transmittan dan Ukuran Partikel.....	29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Alat, Bahan, dan Instrumen yang Digunakan.....	36
Lampiran 2.	Ekstrak Tempe dan Larutan Perak Nitrat.....	39
Lampiran 3.	Hasil Sintesis <i>Nanosilver</i>	39
Lampiran 4.	Grafik Panjang Gelombang Sintesis <i>Nanosilver</i>	39
Lampiran 5.	Hasil <i>Nanosilver</i> Sebelum dan Sesudah Purifikasi.....	40
Lampiran 6.	Grafik Persentase Transmittan Sebelum Purifikasi.....	42
Lampiran 7.	Grafik Persentase Transmittan Sesudah Purifikasi.....	42
Lampiran 8.	Hasil Pengukuran Partikel Sebelum Purifikasi.....	44
Lampiran 9.	Hasil Pengukuran Partikel Sesudah Purifikasi.....	46
Lampiran 10.	Hasil Uji Statistik <i>One-Way</i> ANOVA Respon Persen Transmittan	50
Lampiran 11.	Hasil Uji Statistik <i>One-Way</i> ANOVA Respon Ukuran Partikel..	51



ABSTRAK

Nanosilver memiliki aktivitas antibakteri yang efektif. Sintesis *nanosilver* dapat menggunakan ekstrak tempe sebagai bioreduktor karena memiliki kandungan senyawa flavonoid (isoflavon). Senyawa isoflavon mampu mereduksi ion logam perak (Ag^+) yang berasal dari AgNO_3 sebagai prekursor sehingga dihasilkan nanopartikel perak. Sintesis dilakukan dengan metode sonikasi dan dilanjutkan dengan purifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam proses purifikasi *nanosilver* terhadap hasil persentase transmittan dan ukuran partikel. Jenis penelitian ini adalah eksperimental murni. Variasi kecepatan sentrifugasi yang digunakan adalah 2.000 rpm, 3.000 rpm, dan 5.000 rpm. Durasi yang digunakan adalah 15 menit untuk setiap kecepatan. Karakterisasi *nanosilver* dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-450 nm. Dilanjutkan pembacaan nilai persentase transmittan dan ukuran partikel. Pengaruh kecepatan sentrifugasi akan dianalisis dengan uji statistik *one-way ANOVA* menggunakan aplikasi *microsoft excel 2016*.

Hasil uji statistik yang diperoleh pada penelitian ini yaitu nilai *p-value* persentase transmittan dan ukuran partikel $<0,05$ dan nilai *F* hitung $> F$ kritik. Kecepatan sentrifugasi berpengaruh signifikan terhadap persentase transmittan dan ukuran partikel. Semakin besar kecepatan sentrifugasi maka nilai persentase transmittan semakin besar dan ukuran partikel semakin kecil. Kecepatan dan durasi sentrifugasi yang direkomendasikan adalah 2.000 rpm selama 15 menit. Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat kandungan isoflavon yaitu genistein dalam ekstrak tempe (R_f2).

Kata kunci: *nanosilver*, ekstrak tempe, bioreduktor, sonikasi, purifikasi

ABSTRACT

Nanosilver has effective antibacterial activity. Nanosilver synthesis can use tempe extract as a bioreductor because it contains flavonoid compounds (isoflavones). Isoflavone compounds are able to reduce silver metal ions (Ag^+) originating from AgNO_3 as precursors to produce silver nanoparticles. Synthesis was carried out by sonication, followed by purification. This study aims to determine the effect of centrifugation speed in the nanosilver purification process on the transmittance percentage and particle size results. This type of research is purely experimental. The variations of centrifugation speed used were 2,000 rpm, 3,000 rpm, and 5,000 rpm. The duration used is 15 minutes for each speed. Nanosilver characterization was carried out using a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 400–450 nm. Continue reading about the percentage values of transmittance and particle size. The effect of centrifugation speed will be analyzed by a one-way ANOVA statistical test using the Microsoft Excel 2016 application.

The statistical test results obtained in this study were the p-value of the percentage of transmittance and particle size <0.05 and the calculated F value $> F$ criticism. Centrifugation speed has a significant effect on the percentage of transmittance and particle size. The greater the centrifugation speed, the greater the percentage value of transmittance, and the smaller the particle size. The recommended speed and duration of centrifugation is 2,000 rpm for 15 minutes. The Thin Layer Chromatography (TLC) test conducted showed that there was an isoflavone content, namely genistein, in tempeh extract (R_f2).

Keywords: nanosilver, tempeh extract, bioreductor, sonication, purification

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Nanoteknologi adalah ilmu dan teknik yang mencakup desain, sintesis, karakterisasi, serta aplikasi bahan yang terorganisir dalam satu dimensi pada skala nanometer atau sepermiliar meter. Nanoteknologi merupakan manipulasi material yang berukuran ≤ 100 nm. Sifat fisika, kimia, dan biologi nanoteknologi secara fundamental berbeda dengan *bulk material* (Prasetyo, 2020). Salah satu aspek penting dalam nanoteknologi adalah nanopartikel. Nanopartikel termasuk golongan *Solid Colloidal Drug Delivery System*, dan merupakan dasar dari sistem penghantaran obat yang bersifat dapat diuraikan oleh tubuh (*biodegradable*) dan tidak toksik (Hasan dkk., 2012). Nanopartikel dapat berasal dari partikel logam, seperti unsur logam perak, emas, tembaga, dan platinum. Nanopartikel logam yang paling sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari adalah nanopartikel perak (*nanosilver*). *Nanosilver* memiliki kemampuan antibakteri yang baik (Arfi dan Taufikurohmah, 2017). *Nanosilver* dapat mengatasi masalah resistensi bakteri yang sering terjadi karena bakteri memiliki kecenderungan kecil untuk resisten terhadap *nanosilver* (Dwiasuti dan Yuliani, 2021).

Nanosilver dapat dengan mudah disintesis dengan menggunakan berbagai macam pendekatan, diantaranya metode kimia, elektrokimia, radiasi, metode fotokimia, dan *Langmuir-Blodgett*. Sebagian besar metode kimia yang digunakan tersebut melibatkan penggunaan bahan kimia yang bersifat racun sehingga berisiko terhadap lingkungan. Selain reduktor, sintesis nanopartikel menggunakan bahan penstabil partikel (*capping agent*) yang berguna untuk mencegah terbentuknya aglomerasi (penggumpalan). Penggunaan bahan kimia ini juga menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, beberapa peneliti menggunakan *green synthesis* untuk mensintesis *nanosilver* menggunakan mikroorganisme enzim, *nata de coco*, dan tanaman. Mikroorganisme ini dapat berperan sebagai reduktor maupun penstabil (Kojong dkk., 2018).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan ekstrak tempe sebagai bioreduktor sintesis *nanosilver*. Ekstrak tempe ini diharapkan dapat membantu proses reduksi ion perak senyawa prekursor logam AgNO_3 untuk menjadi nanopartikel perak. Ekstrak tempe dapat digunakan karena bersifat antioksidan sebab mempunyai kandungan utama isoflavon. Isoflavon berasal dari senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai penyembuh luka (Christania dkk., 2019). Senyawa golongan flavonoid memiliki gugus hidroksil ($-\text{OH}$) yang memiliki sifat untuk mengikat logam dan teroksidasi menjadi gugus karbonil. Gugus fungsi hidroksil dapat bekerja sebagai reduktor dengan mendonorkan elektron ke ion Ag^+ sehingga dihasilkan nanopartikel perak (Ovais dkk., 2018; Rahim dkk., 2020).

Pada proses sintesis *nanosilver* diperlukan proses purifikasi agar sediaan bebas dari pengotor yang ada. Metode yang dapat membantu proses purifikasi adalah sentrifugasi. Sentrifugasi merupakan langkah pertama pada hampir semua prosedur fraksinasi atau penguraian sel yang digunakan untuk memisahkan endapan dari suatu suspensi dengan ukuran yang jauh berbeda (Sebayang dkk., 2020). Faktor-faktor yang mempengaruhi sentrifugasi antara lain kecepatan dan waktu. Faktor kecepatan dan waktu sentrifus memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Semakin tinggi kecepatan sentrifugasi maka semakin sedikit pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu putaran (Magnette dkk., 2016).

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam proses purifikasi sediaan *nanosilver* dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor.

B. Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap ukuran partikel dan nilai persentase transmittan dalam proses purifikasi sediaan *nanosilver* dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor?

C. Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelusuran publikasi hasil penelitian yang dilakukan penulis, tidak ditemukan adanya penelitian dengan topik pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam proses purifikasi sediaan *nanosilver* dengan ekstrak tempe

sebagai bioreduktor. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penelitian dengan topik di atas belum pernah dilakukan. Namun terdapat penelitian sebelumnya yang terkait yaitu:

1. Penelitian oleh Felicia Satya Christania (2020) tentang Optimasi Proses Pembuatan Gel Nanopartikel Perak dengan Ekstrak Tempe sebagai Bioreduktor. Penelitian ini menunjukkan bahwa waktu pembuatan dan suhu pembuatan maupun interaksi dua faktor tidak berpengaruh signifikan terhadap respon ukuran partikel dan panjang gelombang maksimum. Pada penelitian ini juga tidak ditemukan area optimum pengaruh faktor suhu pembuatan dan waktu pembuatan maupun interaksi dua faktor terhadap respon ukuran partikel dan panjang gelombang maksimum. Perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan yaitu untuk melihat pengaruh kecepatan sentrifugasi selama proses purifikasi terhadap ukuran partikel dan nilai persentase transmittan yang dihasilkan.
2. Penelitian oleh Felicia Satya Christania, Rini Dwiastuti, dan Sri Hartati Yuliani (2019) tentang *Lipid and Silver Nanoparticles Gels Formulation of Tempeh Extract*. Jurnal ini diambil dari Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas. Penelitian ini berhasil memformulasikan formulasi gel nanopartikel lipid dengan ekstrak tempe sebagai zat aktif dan formulasi gel nanopartikel perak dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor dengan metode sonikasi. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode sentrifugasi untuk melihat pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam proses purifikasi sediaan *nanosilver* dengan bioreduktor ekstrak tempe. Jadi berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan.

D. Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap ukuran partikel dan nilai persentase transmittan dalam proses purifikasi *nanosilver* menggunakan bioreduktor ekstrak tempe.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

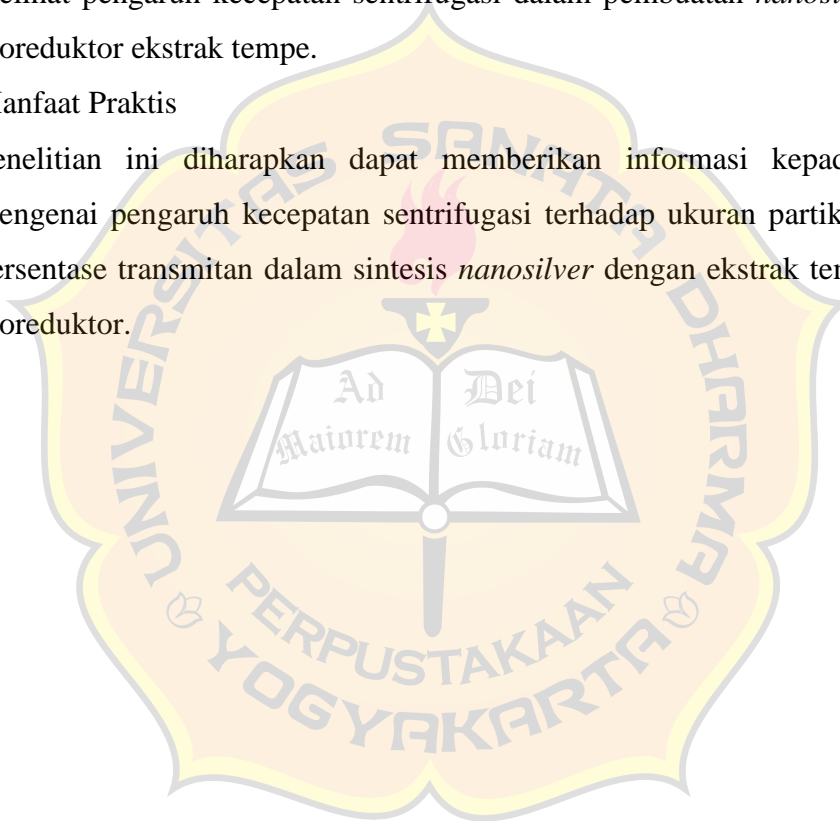
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat sentrifugasi dalam sintesis *nanosilver* dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor dalam pengembangan ilmu kefarmasian.

2. Manfaat Metodologis

Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan metode sentrifugasi untuk melihat pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam pembuatan *nanosilver* dengan bioreduktor ekstrak tempe.

3. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada farmasis mengenai pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap ukuran partikel dan nilai persentase transmittan dalam sintesis *nanosilver* dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Nanosilver*

Silver nanoparticles (AgNPs) adalah salah satu kandidat plasmonik terbaik yang telah digunakan di *Surface Plasmon Resonance (SPR)* berbasis nanosensor untuk mendeteksi ion logam (Rahayu dkk., 2020). Ukuran *nanosilver* adalah 1-100 nm (Hulu dkk., 2019). Salah satu karakteristik *nanosilver* yaitu memiliki panjang gelombang 400-450 nm (Christania dkk., 2019). Bentuk dan ukuran sangat menentukan karakteristik dan sifat dari nanopartikel perak (Rahayu dkk., 2020). Ukuran yang kecil pada partikel *nanosilver* membuatnya memiliki aktivitas antibakteri yang efektif. *Nanosilver* dapat melakukan penetrasi pada permukaan bakteri dan menyebabkan perubahan bentuk struktur dinding sel maupun membran sel. Hal ini memungkinkan *nanosilver* untuk melakukan kontak yang sangat baik dengan mikroorganisme sehingga banyak diaplikasikan di bidang medis, pertanian, maupun industri (Arfi dan Taufikurohmah, 2017). Nanopartikel perak sering digunakan sebagai antibakteri dan antiinflamasi dalam bidang medis, sebagai desinfektan dalam pengolahan air, dan sebagai sensor ion logam dalam pengukuran kimia (Rahayu dkk., 2020). Akibat luasnya aplikasi *nanosilver*, maka alternatif metode sintesis *nanosilver* semakin dikembangkan.

Secara garis besar nanopartikel dapat disintesis dengan metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia) (Taba dkk., 2019). Namun kedua metode ini tidak ramah lingkungan dan membutuhkan biaya yang besar dalam proses pembuatan. Oleh karena itu, konsep *green chemistry* yaitu metode *green synthesis* perlu dikembangkan. *Green synthesis* lebih ekonomis dan memiliki risiko pencemaran lingkungan yang rendah sehingga produk yang dihasilkan terjamin keamanannya. Metode *green synthesis* nanopartikel adalah metode sintesis yang membentuk nanopartikel dengan bantuan bahan alam. Bahan alam yang digunakan berasal dari organisme seperti tumbuhan dan mikroorganisme baik darat maupun laut (Taba dkk., 2019).

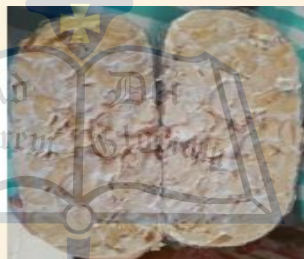
Nanopartikel perak dapat disintesis melalui reaksi reduksi. Selain agen pereduksi, sintesis nanopartikel perak memerlukan agen penudung. Agen pereduksi digunakan untuk mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 sedangkan agen penudung digunakan untuk menjaga kestabilan dari nanopartikel perak. Agen penudung dapat mencegah terjadinya proses pengendapan atau penggumpalan antar nanopartikel. Agen pereduksi dan agen penudung dapat berupa senyawa yang sama (Rahayu dkk., 2020). Bentuk, ukuran, dan morfologi nanopartikel dapat dikendalikan dari sintesis yang dilakukan. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ukuran partikel dalam sintesis yaitu pH larutan, temperatur larutan, konsentrasi garam, agen pereduksi, dan waktu reaksi (Rahayu dkk., 2020).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam pembentukan *nanosilver* adalah metode sonikasi. Sonikasi adalah suatu metode modifikasi material dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik (Anugraini dkk., 2018). Generator listrik ultrasonik akan membuat sinyal listrik lalu diubah menjadi getaran fisik atau gelombang ultrasonik. Hal ini menyebabkan efek kavitasi yang sangat kuat pada larutan. Efek kavitasi menyebabkan pecahnya molekul-molekul larutan. Salah satu alat yang digunakan dalam metode sonikasi adalah *sonicator bath*. Keunggulan dari metode sonikasi adalah memiliki ukuran partikel sangat kecil sehingga mencegah terjadinya proses *creaming* atau sedimentasi selama penyimpanan, menghasilkan luas permukaan yang besar sehingga dapat mempercepat penetrasi bahan aktif dan memudahkan penyebaran, serta berwarna transparan. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses sonikasi adalah amplitudo, suhu, dan durasi. Semakin tinggi amplitudo dan semakin lama waktu sonikasi, maka semakin rendah pula nilai tegangan permukaan dan sudut kontak. Suhu yang tinggi dan waktu sonikasi yang lama cenderung menghasilkan ukuran partikel yang kecil sehingga mempertahankan keadaan homogen selama masa penyimpanan (Rusdiana, 2018). Penggunaan sonikasi juga menyebabkan perubahan massa molekul rata-rata viskositas (M_v) dengan adanya degradasi viskositas akibat pemberian gelombang ultrasonik (Anugraini dkk, 2018).

B. Tempe

1. Deskripsi Tempe

Tempe merupakan salah satu makanan hasil olahan yang berasal dari Indonesia (Aryanta, 2020). Tempe adalah produk fermentasi dari kacang kedelai oleh *Rhizopus oligosporus* yang mengandung komponen bioaktif dalam jumlah tinggi termasuk komponen antibakteri (Mambang dkk., 2014). Tempe berkualitas baik memiliki ciri-ciri berwarna putih bersih yang merata di permukaan tempe, tekstur kompak, flavour spesifik, serta memiliki aroma dan rasa yang khas. Warna putih disebabkan adanya miselia jamur yang tumbuh pada permukaan biji kedelai. Tekstur yang kompak disebabkan oleh miselia-miselia jamur yang menghubungkan antara biji-biji kedelai. Sedangkan flavor yang spesifik disebabkan oleh terjadinya degradasi komponen-komponen dalam kedelai selama fermentasi (Suknia, 2020; Safitry dkk., 2021).



Gambar 1. Tempe
(Suknia, 2020)

Terdapat beberapa jenis tempe di Indonesia antara lain, tempe gembus (dibuat dari ampas tahu), tempe lamtoro (dari biji lamtoro), tempe benguk (dari biji koro benguk), tempe koro (dari biji koro), tempe bongkreng (dari ampas kelapa), tempe gude (dari kacang gude), tempe bungkil (dari ampas pembuatan minyak kacang), dan tempe kedelai (dibuat dari biji kedelai). Dari berbagai jenis tempe tersebut, tempe kedelai yang paling banyak dikonsumsi dan digemari oleh masyarakat. Umumnya penyebutan tempe berlaku untuk tempe kedelai, sedangkan untuk jenis tempe yang lain disebutkan secara lengkap dengan nama bahan bakunya (Aryanta, 2020).

2. Fermentasi Tempe

Menurut Aryanta (2020) proses fermentasi adalah tahap terpenting dalam proses pembuatan tempe. Pada tahap ini dilakukan pemeraman kedelai selama 36-48 jam menggunakan laru (kapang tempe). Dalam penelitian yang akan dilakukan, tempe yang digunakan sebagai bioreduktor adalah tempe yang telah difermentasi selama 3 hari (36 jam). Proses fermentasi kedelai menyebabkan terjadinya perubahan sifat fungsional akibat dari proses hidrolisis. Proses hidrolisis meliputi hidrolisis protein menjadi asam amino dan peptida oleh enzim proteolitik, hidrolisis oligosakarida menjadi monosakarida, serta degradasi asam fitat menjadi fosfat anorganik (Mambang dkk, 2014). Tempe dapat menghasilkan enzim fitase yang akan menguraikan asam fitat (yang mengikat beberapa mineral) menjadi fosfor dan inositol. Dengan terurainya asam fitat, maka mineral tertentu seperti besi, kalsium, magnesium, dan seng menjadi lebih tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang tempe membuat protein, lemak, dan karbohidrat pada tempe menjadi lebih mudah dicerna di dalam tubuh dibandingkan yang terdapat dalam kedelai. Senyawa antioksidan yang terdapat dalam tempe disintesis pada saat terjadinya proses fermentasi kedelai menjadi tempe oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Coryne bacterium*. Dalam kedelai terdapat zat-zat anti gizi yang merugikan kesehatan seperti antitripsin, antikomotripsin, tanin, saponin, asam fitat, dan hemaglutinin. Dengan adanya proses fermentasi kedelai menjadi tempe, maka komponen-komponen anti gizi tersebut menjadi inaktif sehingga tidak lagi berbahaya bagi tubuh. Proses fermentasi tempe meningkatkan derajat ketidakjenuhan terhadap lemak, sehingga asam lemak tidak jenuh majemuk (*polyunsaturated fatty acids*= PUFA) meningkat jumlahnya, seperti asam oleat dan linolenat (asam linolenat tidak terdapat pada kedelai) (Aryanta, 2020).

Selama proses fermentasi dan hidrolisis kimiawi, isoflavon glikosida akan disederhanakan menjadi bentuk aglikon. Genistein merupakan salah satu isoflavon aglikon yang banyak ditemui pada produk kacang-kacangan. Tempe merupakan produk olahan dari kedelai yang telah mengalami proses fermentasi,

sehingga diyakini memiliki kadar isoflavon aglikon yang tinggi (Fawwaz dkk, 2017).

3. Kandungan Kimia Tempe

Tempe memiliki kandungan zat gizi yang dapat mencegah dan mengobati berbagai penyakit, meningkatkan kerja otak, serta menghambat proses penuaan. Zat gizi tersebut antara lain protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, besi, thiamin, riboflavin, niacin, asam pantotenat, piridoksin, biotin, dan vitamin B12. Selain itu, tempe mengandung senyawa Isoflavon. Ada tiga jenis isoflavon aglikon yang terdapat dalam tempe yaitu daidzein, glisitein, dan genistein. Isoflavon ini berperan sebagai antioksidan (Aryanta, 2022). Ketiga jenis isoflavon aglikon di atas dapat berperan sebagai bioreduktor sintesis *nanosilver*. Isoflavon glikosida seperti daidzin, genistin, dan glisitin kemungkinan juga turut berperan dalam sintesis *nanosilver* jika belum sepenuhnya disederhanakan menjadi bentuk aglikon saat proses fermentasi. Dari semua senyawa tersebut, isoflavon aglikon yang paling banyak terdapat dalam tempe dan genistein menunjukkan aktivitas antioksidatif tertinggi (Fawwaz dkk, 2017). Antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi lipid. Secara biologis, antioksidan adalah senyawa yang mampu menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh (Istiani dkk., 2015). Antioksidan pada isoflavon dibutuhkan tubuh untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas (Hernawati dan Meylani, 2019).

4. Sintesis *Nanosilver* dengan Ekstrak Tempe sebagai Bioreduktor

Tempe mempunyai kandungan isoflavon. Isoflavon berasal dari flavonoid yang berperan sebagai antioksidan. Flavonoid dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis *nanosilver* karena memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berperan sebagai pendonor elektron hidrogen dalam proses reduksi ion Ag^+ hingga terbentuk nanopartikel Ag (Rahim dkk., 2020). Salah satu jenis isoflavon adalah genistein. Menurut penelitian (Christania, 2020), genistein berfungsi sebagai penyembuh luka sehingga dapat bekerja sama dengan perak yang memiliki sifat antibakteri.

C. Purifikasi

Purifikasi merupakan pemurnian atau pemisahan suatu organisme dari mikroorganisme lain untuk dibiakkan. Pada sintesis *nanosilver* diperlukan proses purifikasi agar sediaan bebas dari pengotor yang diduga berupa sisa reaksi antara reduktor dan oksidator pada saat proses formulasi *nanosilver*. Selain itu, purifikasi juga dilakukan untuk menghilangkan partikel berukuran besar yang terdapat dalam sediaan *nanosilver* (Dewi dkk, 2019). Metode yang dapat membantu proses purifikasi adalah sentrifugasi. Alat sentrifugasi adalah suatu alat pemisah yang memanfaatkan perbedaan efek gaya sentrifugal pada setiap molekul senyawa penyusun suspensi dari gerak putar. Gaya sentrifugal adalah gaya semu yang mendorong benda menjauhi titik pusat putar yang timbul pada suatu benda yang bergerak berputar pada kerangka non-inersia. Kerangka non-inersia pada alat sentrifugasi adalah botol tempat suspensi ditempatkan. Botol akan menjaga agar suspensi tidak tumpah tetapi tidak mempertahankan posisi molekul-molekul senyawa penyusun suspensi. Efek gaya sentrifugal akan mendorong setiap molekul-molekul menjauhi titik pusat putar (Aji dkk., 2018). Sentrifugasi merupakan proses pemisahan partikel padat dari cairan dengan menggunakan prinsip gravitasi dan sentrifugal. Densitas partikel solid harus lebih besar daripada densitas cairan agar partikel padat dapat dipisahkan dari partikel cairnya. Pada pemisahan padat-cair, partikel padat akan terpisah di bagian terluar sentrifus. Cairan yang memiliki densitas lebih tinggi akan terpisah di bagian terluar sentrifus. Hal ini diakibatkan oleh gaya gravitasi. Semakin besar densitas maka semakin besar pula gaya gravitasi yang diberikan, sehingga akan semakin cenderung menarik ke bawah (Istianah dkk., 2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi sentrifugasi antara lain kecepatan dan waktu sentrifus. Kecepatan dan waktu sentrifus memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Semakin tinggi kecepatan sentrifugasi maka semakin sedikit pula waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu putaran (Magnetite dkk., 2016).

D. Landasan Teori

Nanosilver merupakan salah satu nanopartikel logam yang berukuran 1-100 nm. *Nanosilver* disintesis dari logam perak menggunakan metode reduksi

kimia. Ion logam perak (AgNO_3) akan direduksi oleh agen pereduksi untuk mendapatkan nanopartikel Ag (*nanosilver*). Pemilihan agen pereduksi harus mempertimbangkan dampaknya bagi lingkungan. Untuk meminimalisir pencemaran lingkungan dan menjamin keamanan produk, diperlukan agen pereduksi dari bahan alam (*green synthesis*). Bahan alam yang digunakan adalah ekstrak tempe. Ekstrak tempe dibuat dengan metode infundasi menggunakan *aquabidest* sebagai pelarut. Ekstrak tempe dipilih sebagai bioreduktor karena mengandung isoflavon genistein yang bersifat antioksidan. Antioksidan dalam tubuh dibutuhkan untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas. Isoflavon berasal dari flavonoid yang mempunyai gugus hidroksil ($-\text{OH}$) yang berperan sebagai pendonor elektron hidrogen dalam proses reduksi ion Ag^+ hingga terbentuk nanopartikel Ag^0 .

Pada proses pembentukan *nanosilver* diperlukan pemanasan untuk mereaksikan prekursor logam AgNO_3 dari reduktor ekstrak bahan alam menggunakan alat sonikator. Suhu yang tinggi dan waktu sonikasi yang lama cenderung menghasilkan ukuran partikel yang kecil. Setelah sintesis *nanosilver*, dilakukan purifikasi untuk menghilangkan pengotor atau kontaminan yang tersisa di dalam *nanosilver*. Alat yang digunakan adalah sentrifugasi. Supernatan merupakan hasil purifikasi. Pada penelitian Wikanestri (2021) dilakukan purifikasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Hasil yang diperoleh adalah terdapat pergeseran panjang gelombang *nanosilver*. Panjang gelombang hasil purifikasi menjadi lebih besar. Pergeseran panjang gelombang diduga akibat terjadinya aglomerasi pada sediaan *nanosilver*. Pada penelitian ini, akan melihat pengaruh dari satu faktor yaitu kecepatan sentrifugasi yang dirancang menjadi tiga kecepatan yang berbeda. Waktu sentrifugasi yang digunakan sama untuk setiap kecepatan. Parameter yang diamati adalah ukuran partikel dan nilai persentase transmitansi dari *nanosilver* yang dihasilkan setelah proses purifikasi.

E. Hipotesis

Terdapat pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam proses purifikasi *nanosilver* menggunakan ekstrak tempe sebagai bioreduktor terhadap ukuran partikel dan persentase transmittan yang dihasilkan.



BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh kecepatan sentrifugasi dalam purifikasi *nanosilver* dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor termasuk jenis penelitian eksperimental murni dengan menggunakan satu faktor yaitu kecepatan sentrifugasi yang dirancang menjadi tiga kecepatan berbeda. Waktu yang digunakan sama untuk masing-masing kecepatan. Parameter yang diamati adalah ukuran partikel dan nilai persentase transmitan.

B. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

1. Variabel Utama

- a) Variabel bebas berupa kecepatan sentrifugasi.
- b) Variabel tergantung berupa persentase transmitan dan ukuran partikel.

2. Variabel Pengacau

- a) Variabel pengacau terkendali berupa ekstrak tempe, larutan perak nitrat, pemilihan alat sonikator, dan penggunaan sentrifugasi.
- b) Variabel pengacau tak terkendali berupa kualitas tempe hasil fermentasi tiga hari.

3. Definisi Operasional

- a) *Nanosilver* merupakan salah satu nanopartikel logam yang berukuran 1-100 nm dan disintesis dari logam perak (AgNO_3) menggunakan metode reduksi kimia dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor.
- b) Sintesis *nanosilver* merupakan proses pembuatan *nanosilver* yang direduksi oleh agen pereduksi menggunakan ekstrak tempe sebagai bioreduktor untuk mendapatkan nanopartikel Ag^0 .
- c) Bioreduktor merupakan merupakan agen pereduksi organik yang digunakan dalam sintesis *nanosilver* dan dapat diperoleh dari ekstrak tempe yang mengandung senyawa isoflavon yang merupakan senyawa antioksidan.

- d) Tempe merupakan produk fermentasi dari kacang kedelai oleh *Rhizopus oligosporus* yang mengandung senyawa isoflavon sebagai bioreduktor logam dalam purifikasi sintesis *nanosilver*.
- e) Ekstrak tempe merupakan ekstrak cair yang digunakan sebagai bioreduktor dalam purifikasi sintesis *nanosilver* dan dibuat dengan metode infundasi pada pelarut *aquabidest* selama 15 menit pada suhu 80°C lalu didinginkan hingga suhu 30°C sebelum disaring.
- f) Isoflavon merupakan senyawa turunan flavonoid yang terkandung dalam ekstrak tempe yang digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis *nanosilver*.
- g) Metode sonikasi merupakan metode yang digunakan dalam proses sintesis *nanosilver* sehingga dapat diperoleh partikel yang berukuran nano menggunakan alat *sonicator bath*.
- h) Metode purifikasi merupakan salah satu metode yang digunakan setelah sintesis *nanosilver* untuk menghilangkan pengotor yang ada menggunakan alat sentrifugasi sehingga bisa didapatkan panjang gelombang maksimum yang masuk dalam rentang karakterisasi *nanosilver*.
- i) Kecepatan sentrifugasi merupakan kecepatan yang digunakan pada alat sentrifugasi dalam proses purifikasi sintesis *nanosilver* menggunakan bioreduktor ekstrak tempe.

C. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempe merk “Muchlar” yang telah difermentasi selama tiga hari, perak nitrat *pro analysis* (AgNO_3), *aquadest*, *aquabidest*, lempeng silika gel GF₂₅₄ (5 cm x 10 cm), *ammonia solution*, larutan standar isoflavon-genistein, toluen p.a (E. Merck), etil asetat p.a (E. Merck), aseton p.a (E. Merck), asam format p.a (E. Merck).

D. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas (PYREX), *hotplate* (Thermo), pipa kapiler, kertas saring, *chamber* (d=8 cm), lampu UV 254 nm, termometer, *sonicator bath* (Elmasonic), *stopwatch*, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800 *double beam*), vortex, *water purificator* (Adrona), sentrifugator

(Thermo), *pipet pump*, timbangan analitik (OHAUS), mikropipet, *blue tip*, *microtube*, *microsoft excel 2016*.

E. Tata Cara Penelitian

1. Pengumpulan Tempe

Tempe yang akan digunakan adalah tempe merk “Muchlar” dengan fermentasi tiga hari yang didapatkan dari Pabrik Muchlar, Daerah Godean, Yogyakarta.

2. Pembuatan Ekstrak Tempe

Pembuatan ekstrak tempe dimodifikasi dari penelitian Christania, Dwiastuti, dan Yuliani (2019) dan Basule (2021). Tempe dipotong dengan panjang 2 cm, lebar 1 cm, dan tebal 0,5 cm. Ekstraksi tempe dilakukan dengan cara *aquabidest* diambil sebanyak 200 mL lalu ditempatkan ke dalam gelas *beaker* 500 mL dan dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C menggunakan *hotplate* sebelum dicampur dengan tempe. Suhu *aquabidest* diukur dengan termometer. Apabila suhu *aquabidest* sudah sesuai dengan suhu yang diinginkan untuk pemanasan, tempe sebanyak 94,05 g dimasukkan ke dalam gelas beaker yang sama. Campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 15 menit. Setelah itu larutan tempe disaring menggunakan kertas saring dalam gelas *beaker*. Ekstrak tempe didinginkan hingga mencapai suhu ruang dan segera digunakan untuk uji kualitatif flavonoid dan dilanjutkan dengan sintesis *nanosilver* (Rengga dkk, 2017).

3. Uji Kualitatif Flavonoid

Uji Kualitatif flavonoid yaitu senyawa isoflavon (genistein) dilakukan dengan menggunakan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). Plat silika gel GF₂₅₄ digunakan sebagai fasa diam yang dipotong berukuran 5 cm x 10 cm. Fase gerak yang digunakan adalah campuran toluene (v/v): etil asetat (v/v): aseton (v/v): asam format (v/v) (20:4:2:1). Penampak nodanya diperiksa dengan sinar ultra violet untuk mengetahui ada atau tidak senyawa genistein dalam ekstrak dengan menggunakan baku pembanding genistein standar (Aryani, 2015). Sebelum ditotolkan oleh bahan uji, silika gel disiapkan dengan diberi perlakuan

pengeringan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 30 menit (Rosamah, 2019). Sebanyak 4 μ L ekstrak tempe dan standar yang telah dilarutkan dalam aquabidest panas ditotolkan pada jarak 2 cm dari tepi bawah plat menggunakan *micropipet* dan ditunggu sampai kering. Setelah kering, plat dimasukkan ke dalam *chamber* berdiameter 8 cm dengan fase gerak yang sudah dilakukan penjenhukan terlebih dahulu. Apabila muncul gerakan pada larutan pengembang sejauh 7,5 cm dari totolan, elusi dihentikan. Sebagai penampak noda, totolan pada fase diam disemprotkan dengan ammonia *solution* sehingga tampak noda orange kecoklatan. Noda yang terbentuk diamati pada sinar tampak dengan lampu UV 254 nm kemudian dihitung *Rf*-nya. Harga *Rf* ekstrak sampel diukur, kemudian dibandingkan dengan harga *Rf* standar (Aryani, 2015).

4. Pembuatan Larutan AgNO₃ 1mM

Konsentrasi AgNO₃ atau perak nitrat yang dapat menghasilkan *nanosilver* secara optimal adalah 1mM (Parera, 2021). Padatan AgNO₃ ditimbang sebanyak 0,169 g dan dilarutkan dengan *aquabidest* secukupnya di dalam gelas *beaker*. Kemudian larutan AgNO₃ dipindahkan ke labu takar 100 mL dan ditambahkan *aquabidest* hingga tanda batas lalu larutan digojog hingga larut sempurna. Larutan perak nitrat 10 mM diencerkan dengan mengambil 20 mL dan dimasukkan ke dalam labu takar 200 mL lalu ditambahkan *aquabidest* hingga tanda batas kalibrasi untuk mendapatkan larutan perak nitrat 1mM. Campuran digojok hingga larut dengan sempurna (Rengga dkk., 2017).

5. Sintesis Nanosilver

Sintesis *nanosilver* dilakukan dengan perbandingan yang dimodifikasi dari Basule (2021) yaitu larutan perak nitrat: ekstrak tempe (2:1). Perak nitrat 1mM diambil sebanyak 24 mL dan dimasukkan ke dalam gelas *beaker* dan dipanaskan terlebih dahulu dengan *hotplate* untuk menyesuaikan suhu di *sonicator bath*. Setelah suhu larutan perak nitrat sudah sesuai dengan suhu optimasi saat diukur menggunakan termometer, larutan dicampurkan ke dalam 12 mL ekstrak tempe yang telah disiapkan. Suhu dan durasi *sonicator bath* diatur sebesar 80°C selama 15 menit untuk memfasilitasi sintesis dengan merendam campuran ke dalamnya. Terbentuknya *nanosilver* secara visual adalah adanya

perubahan warna larutan dari kuning bening menjadi kuning kecoklatan hingga merah kecoklatan. Selanjutnya dibaca panjang gelombangnya pada spektrofotometer UV-Vis dan dilakukan proses purifikasi.

6. Penentuan Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan *Nanosilver*

Purifikasi *nanosilver* dilakukan dengan sentrifugasi sesuai dengan rancangan variasi kecepatan sentrifugasi yaitu 2.000 rpm (F1), 3.000 rpm (F2), dan 5.000 rpm (F3). Durasi yang digunakan adalah 15 menit untuk setiap percobaan. Masing-masing formula direplikasi sebanyak tiga kali. Sentrifugasi dilakukan dengan meletakkan *microtube* dengan posisi berlawanan arah. Posisi yang berlawanan arah bertujuan agar sentrifugasi dapat berputar secara seimbang sehingga dapat mengendapkan pengotor yang ada. Supernatan hasil sentrifugasi kemudian diambil dan diukur panjang gelombang dengan spektrofotometer UV-Vis untuk dikarakterisasi *nanosilver* yang terbentuk sesudah proses purifikasi. Dilanjutkan dengan penentuan persen transmittan dan penentuan nilai *Particle Size Analyzer*.

7. Karakterisasi *Nanosilver* dengan Spektrofotometer UV-Vis

Analisis terbentuknya nanopartikel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visible *double beam*. Analisis dilakukan dengan *scanning* panjang gelombang hasil sintesis. *Scanning* dilakukan pada panjang gelombang 200-800 nm pada suhu ruang. Blanko yang digunakan adalah *aquabidest*. Pembentukan *nanosilver* dikonfirmasi dengan adanya serapan maksimum pada panjang gelombang 400-450 nm (Parera, 2021).

8. Penentuan nilai *Particle Size Analyzer* (PSA)

Nanosilver yang telah terbentuk kemudian diukur besar distribusi ukuran partikelnya menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA). Pengukuran PSA dilakukan terhadap formula *nanosilver* sebelum purifikasi dan sesudah purifikasi sesuai dengan rancangan durasi dan kecepatan masing-masing.

9. Penentuan Nilai Persentase Transmittan

Penentuan nilai persen transmittan diawali dengan melarutkan 100 μL larutan *nanosilver* hasil sintesis ke dalam 5 mL *aquabidest* lalu divortex selama

1 menit. Absorbansinya diukur pada panjang gelombang maksimum 400-450 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis *double beam*. Rentang persen transmittan yang baik yaitu 70-100% (Nugroho dan Sari, 2018). Apabila nilai persen transmittan semakin mendekati 100% maka ukuran partikel yang dihasilkan sudah mencapai ukuran nanometer.

$$A = -\log \%T$$

Keterangan:

A= Absorbansi

%T= Persen transmittan

(Abdasah, 2017)

F. Analisis Hasil

Data yang didapatkan dari penelitian ini adalah ukuran partikel dan nilai persentase transmittan. Analisis data hasil penelitian akan dilakukan dengan uji statistik *one-way* ANOVA menggunakan aplikasi *microsoft excel* 2016. Taraf kepercayaan yang digunakan adalah 95% sehingga dapat dilihat nilai F hitung dan *p-value*. Jika nilai $p < 0,05$ atau F hitung $> F$ kritis maka H_1 diterima dan H_0 ditolak yang menyatakan bahwa adanya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Nilai CV juga diperlukan untuk melihat apakah data ukuran partikel dan persentase transmittan pada replikasi setiap formula memiliki presisi yang dihasilkan baik atau tidak. Jika setiap formula memiliki nilai CV $< 5\%$ maka memiliki presisi yang baik.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

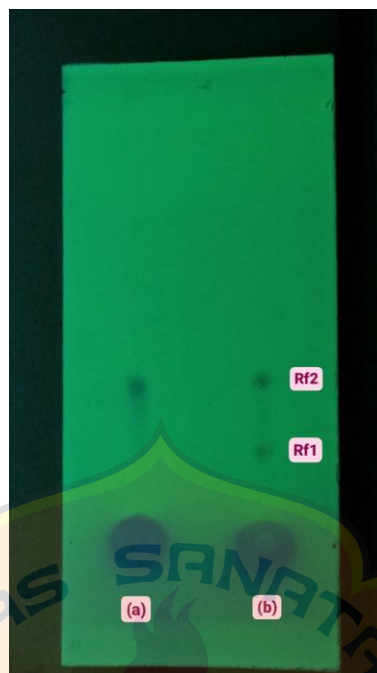
A. Ekstraksi Tempe

Ekstraksi tempe dilakukan secara infundasi menggunakan tempe merk “Muchlar” dengan fermentasi tiga hari yang didapatkan dari Pabrik Muchlar, Daerah Godean, Yogyakarta. Kualitas tempe hasil fermentasi tiga hari ini perlu diperhatikan sebelum digunakan walaupun tempat produksinya sama. Tempe hasil fermentasi tiga hari yang digunakan untuk sintesis *nanosilver* adalah tempe muchlar yang warnanya agak kekuningan, tidak lembap, dan tidak busuk. Jika menggunakan tempe yang warnanya masih putih maupun tempe yang kuning kecoklatatan dan menimbulkan bau busuk, maka *nanosilver* tidak terbentuk. Ini dibuktikan oleh hasil panjang gelombang yang tidak memenuhi syarat sebagai *nanosilver* (400-450 nm). Metode infundasi dipilih karena unit alat yang dipakai sangat sederhana sehingga biaya operasional yang diperlukan relatif rendah (Triyana dkk., 2022). Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut *aquabidest* panas karena genistein lebih mudah larut dalam air panas (Sartini, 2014). *Aquabidest* mengalami proses destilasi bertingkat sehingga kandungan mineral di dalamnya lebih sedikit daripada *aquadest*. *Aquabidest* juga mudah diperoleh dan tidak mudah menguap (Yohanes dkk., 2018). Metode infundasi tidak membutuhkan pelarut tambahan saat sintesis *nanosilver* menggunakan *sonicator bath* sehingga lebih efisien. Sesuai dengan hasil orientasi, infundasi dilakukan dengan cara memanaskan *aquabidest* sebanyak 200 mL menggunakan *hotplate*. Ketika suhu *aquabidest* telah mencapai 80°C, tempe sebanyak 94,05 gram yang telah dipotong-potong dimasukan ke dalam gelas beker yang berisi *aquabidest* dan dibiarkan sambil sesekali diaduk selama 15 menit. Kemudian ekstrak tempe disaring menggunakan kertas saring dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang yaitu 30°C (Rengga dkk., 2017). Hasil dari infundasi tempe adalah infusa berwarna kuning jernih.

B. Uji Kualitatif Flavonoid

Pada penelitian ini dilakukan uji kualitatif flavonoid dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) yang bertujuan untuk menegaskan adanya

senyawa isoflavon genistein pada ekstrak tempe. Prinsip kerja KLT yaitu adsorpsi, desorpsi, dan elusi. Adsorpsi terjadi ketika larutan sampel ditotolkan ke fase diam (plat KLT), komponen-komponen dalam sampel akan teradsorpsi di dalam fase diam. Desorpsi adalah peristiwa ketika komponen yang teradsorpsi di fase diam didesak oleh fase gerak (eluen), terjadi persaingan antara eluen dan komponen untuk berikatan dengan fase diam. Elusi adalah peristiwa ketika komponen ikut terbawa oleh eluen. KLT merupakan teknik analisis yang sederhana, hemat biaya, mudah dilakukan, dan hanya dibutuhkan sedikit cuplikan sampel untuk analisisnya (Husna dan Mita, 2020). Sebelum ditotolkan oleh bahan uji, silika gel disiapkan dengan diberi perlakuan pengeringan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 30 menit. Secara umum, sudah terbukti bahwa pemanasan dengan temperatur 110 °C selama 30 menit dapat memberikan hasil yang memuaskan sebagai hasil kompromi antara keaktifan dan waktu yang diperlukan untuk mempersiapkan plat (Rosamah, 2019). Sebanyak 4 µL ekstrak tempe dan standar yang telah dilarutkan dalam aquabidest panas ditotolkan pada jarak 2 cm dari tepi bawah plat menggunakan mikropipet. Jarak penotolan sampel dengan tepi bawah plat adalah 2 cm agar tidak ada interaksi langsung antara fase gerak dengan sampel. Setelah kering, plat dimasukkan ke dalam *chamber* dengan fase gerak yang sudah dilakukan penjenjuran. Eluen dibuat jenuh agar atmosfer dalam *chamber* terjenuhkan dengan uap pelarut sehingga elusi kecepatan eluen sama pada semua sisi permukaan plat KLT. Apabila muncul gerakan pada larutan pengembang sejauh 7,5 cm dari totalan, elusi dihentikan. Noda yang terbentuk diamati pada sinar tampak dengan lampu UV 254 nm. Deteksi senyawa genistein menggunakan radiasi ultraviolet 254 nm karena silika gel GF₂₅₄ merupakan plat yang dapat menghasilkan fluoresensi pada panjang gelombang tersebut karena adanya gugus kromofor pada noda (Agustin dkk., 2021; Husna dan Mita, 2020).



Gambar 2. Hasil Uji KLT berupa totolan standar genistein (a) dan sampel ekstrak tempe (b) pada lampu UV 254. Rf1 merupakan senyawa lain dan Rf2 merupakan senyawa genistein.

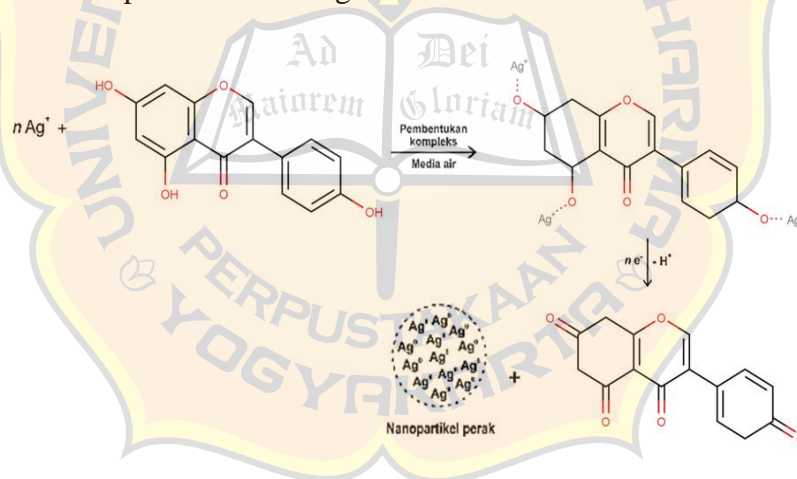
Berdasarkan hasil uji KLT yang dilakukan, diperoleh jarak titik pusat bercak ekstrak 1 dan 2 berturut-turut yaitu 1,5 cm dan 3 cm dari titik awal, sedangkan jarak titik pusat baku genistein dari titik awal adalah 3 cm. Perhitungan nilai Rf dilakukan dengan rumus berikut:

$$Rf = \frac{\text{Jarak titik pusat bercak dari titik awal}}{\text{Jarak yang ditempuh eluen (fase gerak)}}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai Rf genistein yaitu 0,4, sedangkan Rf1 ekstrak yaitu 0,2 dan Rf2 ekstrak yaitu 0,4. Rf yang diperoleh optimal karena karena masuk dalam rentang 0,2-0,8 (Husna dan Mita, 2020). Berdasarkan teori, hasil nilai Rf positif jika selisih Rf ekstrak dengan baku pembanding $\leq 0,05$ dan bernilai negatif jika selisih nilai Rf $\geq 0,05$ (Agustin dkk., 2021). Selisih nilai Rf baku genistein (pembanding) dan Rf2 ekstrak adalah 0, sedangkan selisih Rf baku genistein dan Rf1 ekstrak adalah 0,2. Dari data tersebut dinyatakan bahwa ekstrak tempe positif mengandung genistein pada Rf2 dan bernilai negatif pada Rf1 ekstrak tempe.

C. Proses Sintesis *Nanosilver*

Sintesis *nanosilver* dilakukan menggunakan metode *green synthesis* dengan menggunakan bahan alam sebagai bioreduktor. Metode ini lebih ekonomis dan memiliki risiko pencemaran lingkungan yang rendah (Taba dkk., 2019). Bahan alam yang digunakan adalah ekstrak tempe karena ekstrak tempe mengandung senyawa flavonoid yaitu genistein. *Nanosilver* akan terbentuk ketika senyawa flavonoid dalam ekstrak tempe yang berperan sebagai bioreduktor mendonorkan elektron sehingga Ag^+ tereduksi menjadi logam perak Ag^0 (Ovais dkk., 2018; Rahim dkk., 2020). Selain sebagai bioreduktor, senyawa genistein pada ekstrak tempe dapat dimanfaatkan sebagai agen penudung untuk menjaga kestabilan dari nanopartikel perak. Agen penudung dapat mencegah terjadinya proses pengendapan atau penggumpalan antar nanopartikel (Rahayu dkk., 2020). Mekanisme reduksi Ag^+ dari larutan AgNO_3 oleh senyawa genistein yang terdapat dalam ekstrak tempe disulkan sebagai berikut:

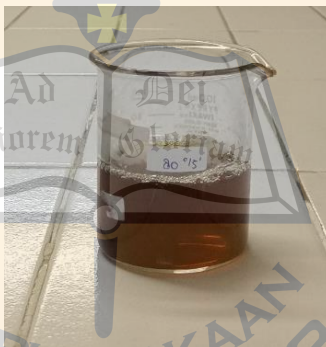


Gambar 3. Mekanisme reduksi Ag^+ dari larutan AgNO_3 oleh senyawa genistein yang dimodifikasi
(Nurcahyo dan Wibawa, 2022)

Bahan yang diperlukan dalam sintesis *nanosilver* adalah larutan perak nitrat konsentrasi 1 mM dan ekstrak tempe dengan perbandingan 2:1. Perak nitrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 24 mL dan ekstrak tempe yang digunakan adalah 12 mL. Perak nitrat sebanyak 24 mL dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *hotplate* hingga suhu mencapai 80°C untuk menyesuaikan suhu pada

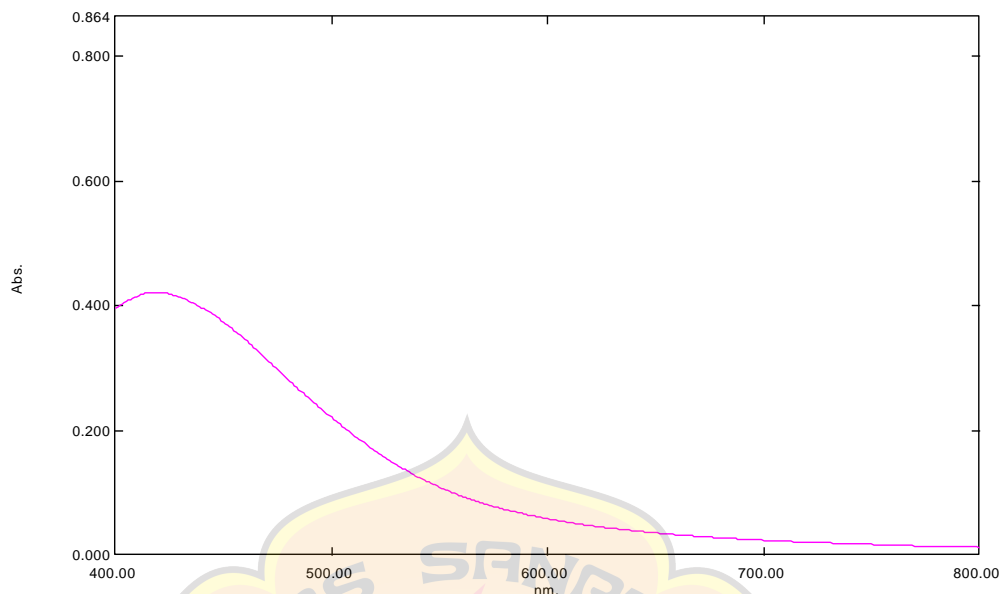
alat *sonicator bath*. Setelah mencapai suhu 80°C, perak nitrat tersebut dituang ke dalam *sonicator bath* diikuti ekstrak tempe. Larutan kemudian diaduk terlebih dahulu menggunakan batang pengaduk. Pencampuran larutan menggunakan *sonicator bath* dilakukan pada suhu 80°C selama 15 menit.

Sintesis *nanosilver* menggunakan *sonicator bath* memberikan perubahan warna dari ekstrak tempe yang kuning dan larutan perak nitrat yang bening menjadi coklat agak kekuningan seperti pada gambar 4. Perubahan warna ini menunjukkan terjadinya fenomena *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang terjadi karena eksitasi getaran plasmon pada permukaan *nanosilver* yang dipengaruhi oleh zat pereduksi. *Surface Plasmon Resonance* (SPR) merupakan sensor optik yang memanfaatkan gelombang plasmon permukaan yang digunakan untuk mengamati interaksi antara permukaan logam (perak) dengan material dielektrik (Rajabiah, 2016).



Gambar 4. Hasil sintesis *nanosilver* pada menit ke-15 dengan suhu 80°C

Selain perubahan warna, karakteristik yang menunjukkan bahwa *nanosilver* telah terbentuk adalah adanya panjang gelombang 400-450 nm saat dibaca menggunakan spektrofotometer UV-Vis.



Gambar 5. Panjang gelombang sintesis *nanosilver* bioreduktor ekstrak tempe

D. Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan

Nanosilver

1. Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi terhadap Persen Transmittan

Penentuan persen transmittan *nanosilver* menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan sebelum purifikasi dan sesudah purifikasi agar dapat melihat pengaruh dari kecepatan sentrifugasi yang digunakan. Sentrifugasi dilakukan untuk menghilangkan pengotor serta menghilangkan partikel berukuran besar yang masih terdapat dalam sediaan *nanosilver* (Dewi dkk., 2019). Sentrifugator akan memutar dan memisahkan padatan dari larutan sehingga terbentuk endapan di bawahnya (Sebayang dkk., 2020)



(a)



(b)

Gambar 6. *Nanosilver* Sebelum Purifikasi (tidak terdapat endapan) (a) dan Sesudah Purifikasi (terdapat endapan) (b)

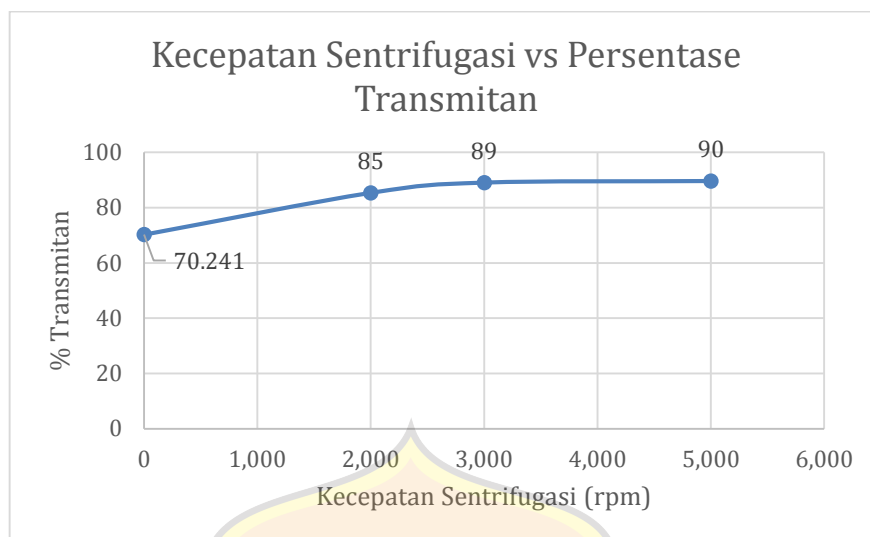
Persentase transmitan sebelum purifikasi dibaca setelah sintesis *nanosilver* menggunakan *sonicator bath*. Persentase transmitan sesudah purifikasi diukur setelah dilakukan purifikasi dengan kecepatan yang bervariasi. Kecepatan sentrifugasi yang digunakan dalam proses purifikasi *nanosilver* adalah 2.000 rpm untuk formula 1, 3.000 rpm untuk formula 2, dan 5.000 rpm untuk formula 3. Durasi sentrifugasi untuk setiap formula adalah 15 menit. Bagian *nanosilver* yang diambil setelah purifikasi adalah supernatan sedangkan endapannya dibuang. Sebelum persen transmitan dibaca, 100 μ L larutan *nanosilver* hasil sintesis dilarutkan terlebih dahulu ke dalam 5 mL *aquabidest* lalu divortex selama 1 menit.

Tabel I. Hasil Persentase Transmitan Sebelum Purifikasi

Persentase Transmitan (%) Sebelum Purifikasi	
Replikasi	Hasil
1	70,238
2	70,230
3	70,255
Rata-rata	70,241
SD	0,013
CV (%)	0,02

Tabel II. Hasil Persentase Transmitan Sesudah Purifikasi

Persentase Transmitan (%) Sesudah Purifikasi						
Kecepatan dan Durasi Sentrifugasi	Replikasi			Rata-rata	SD	CV (%)
	1	2	3			
2.000 rpm, 15 menit (F1)	85,332	85,329	85,313	85,325	0,010	0,01
3.000 rpm, 15 menit (F2)	89,043	89,035	89,014	89,031	0,015	0,02
5.000 rpm, 15 menit (F3)	89,915	89,792	89,091	89,599	0,445	0,5



Gambar 7. Grafik Efek Kecepatan Sentrifugasi terhadap % Transmittan

Berdasarkan hasil dan grafik efek yang diperoleh, dinyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan sentrifugasi yang digunakan, nilai persentase transmittan semakin tinggi. Nilai persentase transmittan sebelum purifikasi lebih kecil daripada setelah purifikasi baik formula 1, formula 2, maupun formula 3. Semakin tinggi kecepatan sentrifugasi, pengotor yang terdapat pada larutan *nanosilver* akan lebih mudah mengendap dan diperoleh supernatan jernih sehingga persentase transmittan yang diperoleh semakin tinggi (Abdassah, 2017). Hasil nilai persentase transmittan yang diperoleh sebelum purifikasi maupun sesudah purifikasi memenuhi syarat persentase transmittan yang baik yaitu berada pada rentang 70-100% yang menunjukkan bahwa sampel yang dihasilkan jernih atau transparan dan memiliki partikel berukuran nano (Nugroho dan Sari, 2018; Huda dan Wahyuningsih, 2018). Semakin tinggi nilai persentase transmittan maka ukuran partikel dari sediaan *nanosilver* yang dihasilkan semakin kecil sehingga *nanosilver* juga semakin jernih (Abdassah, 2017). Absorbansi berbanding terbalik dengan persentase transmittan. Semakin tinggi nilai persentase transmittan maka absorbansinya akan semakin rendah. Nilai absorbansi yang rendah menunjukkan bahwa *nanosilver* yang terbentuk semakin sedikit begitupun sebaliknya (Prasetiowati dkk., 2018).

2. Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi terhadap Ukuran Partikel

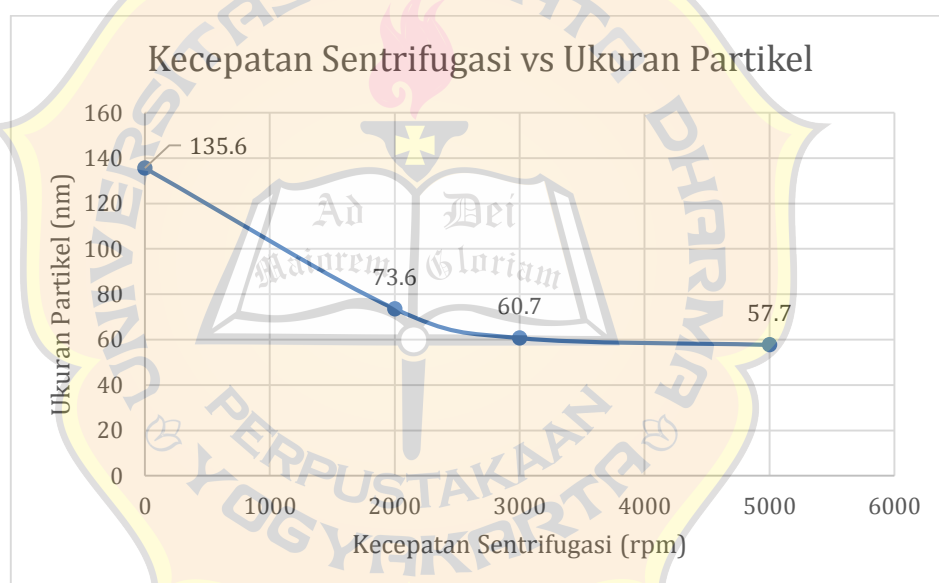
Pada penelitian ini, uji *Particle Size Analyzer* (PSA) atau uji ukuran partikel dilakukan di Laboratorium Teknologi Farmasi UII menggunakan alat PSA. Uji ini dilakukan untuk membuktikan bahwa sintesis yang dilakukan menghasilkan *nanosilver* dengan ukuran partikel 1-100 nm (Hulu dkk., 2019). Hasil ukuran partikel sebelum purifikasi yang diuji tiga kali berturut-turut adalah 137,6 nm; 132,5 nm; dan 136,8 nm dengan rata 135,6. Hasil ukuran partikel sesudah purifikasi formula 1 (kecepatan sentrifugasi 2.000 rpm, durasi sentrifugasi 15 menit) berturut-turut adalah 74,0 nm; 73,1 nm; 73,7 nm dengan rata-rata 73,6 nm. Formula 2 (3.000 rpm, 15 menit) hasil ukuran partikel berturut-turut adalah 60,1 nm; 61,0 nm; 60,9 nm dengan rata-rata 60,7 nm. Sedangkan formula 3 (5.000 rpm, 15 menit) menghasilkan ukuran partikel berturut-turut adalah 58,2 nm; 57,0 nm; 57,9 nm; dengan rata-rata 57,7 nm. Setiap formula memiliki nilai CV <5% sehingga telah memenuhi persyaratan karena memiliki keseragaman yang tinggi (Rohmani dan Rosyanti, 2019). Indeks polidispersitas (IP) yang diperoleh sebelum purifikasi dan sesudah purifikasi pada setiap formula sesuai dengan syarat keberterimaan sebagai *nanosilver* yaitu $\leq 0,7$ (Nugroho dan Sari, 2018). Indeks polidispersitas adalah ukuran distribusi massa molekul dalam sampel tertentu (Nugroho dan Sari, 2018).

Tabel III. Hasil Ukuran Partikel Sebelum Purifikasi

Ukuran Partikel (nm) Sebelum Purifikasi	
Uji	Hasil
1	137,6
2	132,5
3	136,8
Rata-rata	135,6
SD	2,743
CV (%)	2,02

Tabel IV. Hasil Ukuran Partikel Sesudah Purifikasi

Ukuran Partikel (nm) Sesudah Purifikasi						
Kecepatan dan Durasi Sentrifugasi	Uji			Rata-rata	SD	CV (%)
	1	2	3			
2.000 rpm, 15 menit (F1)	74,0	73,1	73,7	73,6	0,458	0,62
3.000 rpm, 15 menit (F2)	60,1	61,0	60,9	60,7	0,493	0,81
5.000 rpm, 15 menit (F3)	58,2	57,0	57,9	57,7	0,624	1,08

**Gambar 8. Grafik Efek Kecepatan Sentrifugasi terhadap Ukuran Partikel**

Dari hasil dan grafik efek yang diperoleh dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi kecepatan sentrifugasi maka ukuran partikel *nanosilver* yang diperoleh semakin kecil. Kecepatan sentrifugasi yang tinggi dapat lebih cepat menghilangkan pengotor dan partikel besar yang masih ada pada larutan *nanosilver* (Dewi dkk., 2019). Prinsip kerja sentrifugasi adalah memisahkan partikel berdasarkan berat jenis molekul. Gaya sentrifugal menyebabkan partikel dengan berat jenis lebih besar akan berada di bawah sedangkan partikel yang memiliki berat jenis lebih kecil akan naik ke atas (Listyorini dkk., 2018). Ukuran

partikel akan memperbaiki kelarutan, semakin kecil ukuran partikel akan meningkatkan kelarutan zat aktif. Ukuran partikel sebelum purifikasi > 100 nm tetapi masih dapat diterima sebagai *nanosilver* karena tidak lebih dari 200 nm (Nugroho dan Sari, 2018). Setelah proses purifikasi semua formula menghasilkan *nanosilver* dengan ukuran < 100 nm. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa proses purifikasi sangat berpengaruh dalam pengecilan ukuran partikel *nanosilver*. Ukuran yang nano sangat menguntungkan karena 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 (Dwiastuti dan Yuliani, 2021).

E. Hasil Uji Statistik

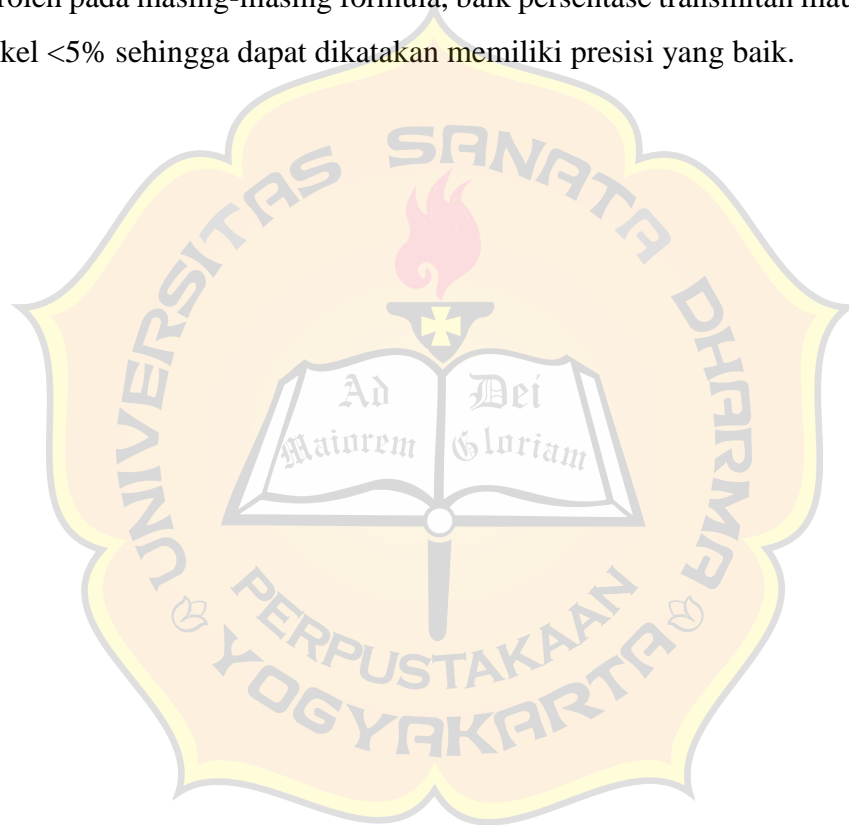
Analisis statistik menggunakan *One-Way ANOVA* dengan aplikasi *microsoft excel 2016* diperoleh hasil respon persentase transmittan dan ukuran partikel sebagai berikut:

Tabel V. Hasil Respon Persentase Transmittan dan Ukuran Partikel

Respon	F	P-value	F crit
Persentase Transmittan	4.986,188311	0,000	4,066180551
Ukuran Partikel	1.908,839309	0,000	4,066181

Pengaruh variabel bebas yaitu kecepatan sentrifugasi terhadap variabel tergantung berupa persen transmittan dan ukuran partikel dapat dilihat dari nilai F dan P-value. Pada tabel V dapat dilihat bahwa nilai F hitung, F kritis, serta P-value telah memenuhi syarat keberterimaan H1 dan penolakan H0. H1 menyatakan bahwa terdapat pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap persentase transmittan dan ukuran partikel. H0 menyatakan tidak terdapat pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap persentase transmittan dan ukuran partikel. Nilai F hitung > F kritis dan P-value < 0,05 baik pada respon persentase transmittan maupun respon ukuran partikel. Dari data ini dapat dinyatakan bahwa penelitian ini memperoleh hasil terdapat pengaruh yang signifikan dari kecepatan sentrifugasi terhadap persentase

transmitan dan ukuran partikel dalam proses purifikasi sediaan *nanosilver* dengan ekstrak tempe sebagai bioreduktor. Semakin tinggi kecepatan sentrifugasi, nilai persen transmitan semakin tinggi sehingga *nanosilver* yang dihasilkan semakin jernih. Sedangkan dari hasil ukuran partikel, diperoleh bahwa semakin tinggi kecepatan sentrifugasi, ukuran partikel semakin kecil. Persen transmitan berbanding terbalik dengan ukuran partikel. Semakin tinggi persentase transmitan, maka ukuran partikel dari *nanosilver* yang dihasilkan semakin kecil. Nilai CV yang diperoleh pada masing-masing formula, baik persentase transmitan maupun ukuran partikel <5% sehingga dapat dikatakan memiliki presisi yang baik.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan: Terdapat pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap persentase transmitan dan ukuran partikel. Semakin tinggi kecepatan sentrifugasi, semakin tinggi nilai persen transmitan sedangkan ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil. Hasil uji KLT menyatakan Rf2 ekstrak tempe positif mengandung senyawa genistein.

B. Saran

1. Peneliti menyarankan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan proses purifikasi dengan kecepatan sentrifugasi 2.000 rpm selama 15 menit.
2. Perlu dilakukan uji penetapan kadar *nanosilver* dengan bioreduktor ekstrak tempe.
3. Perlu dilakukan pengujian stabilitas *nanosilver* bioreduktor ekstrak tempe untuk melihat nilai panjang gelombang, persentase transmitan, dan ukuran partikel yang dihasilkan sebelum dan sesudah purifikasi masih berapa pada rentang yang dipersyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M., 2017. Nanopartikel Dengan Gelasi Ionik. *Farmaka*, 15 (1), 45-52.
- Agustin, R., Oktaviantari, D. E., Feladita, N., 2021. Identifikasi Hidrokuinon dalam Sabun Pemutih Pembersih Wajah di Tiga Klinik Kecantikan dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis dan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Analisis Farmasi*, 6(1), 95-101.
- Aji, G., Purwanto, D., Rivai, M., 2018. Pengendali Kecepatan pada Alat Sentrifugasi Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Teknik ITS*, 7 (2), 325.
- Anugraini, A., Syahbanu, I., Melati, H., 2018. Pengaruh Waktu Sonikasi Terhadap Karakteristik Selulosa Asetat Hasil Sintesis dari Sabut Pinang. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(3), 18-26.
- Arfi, K., Taufikurohmah, T., 2017. Pemanfaatan *Nanosilver* Sebagai Antibakteri Dalam Sediaan Farmasi Krim Pelembab Mata. *UNESA Journal of Chemistry*, 6 (1), 12.
- Aryani, R., Astuti, P., Moeljopawiro, S., Nugroho, L. 2015. Penetapan Kadar Genistein Dalam Ekstrak Metanol Biji Kedelai *Glycine max L. Merr.* Varietas Grobogan Menggunakan Metode KLT dan HPLC. *Bioprospek*, 10 (2), 21-28.
- Aryanta, I., 2020. Manfaat Tempe Untuk Kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 2 (1), 44-50.
- Basule, V., 2021. Optimasi Proses Sonikasi Pada Sintesis *Nanosilver* dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis L.*). Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Christania, F., Dwiastuti, R., Yuliani, S., 2019. Lipid and Silver Nanoparticles Gels Formulation of Tempeh Extract. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 16 (2), 56-62.
- Christania, F., 2020. Optimasi Proses Pembuatan Gel Nanopartikel Perak dengan Ekstrak Tempe sebagai Bioreduktor. Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Dwiastuti, R., Yuliani, S., 2021. Optimasi Formula *Nanosilver* Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hitam (*Camellia sinensis L.*): Aplikasi Metode *Central Composite Design* (CCD). Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Dewi, K. T A., Kartini., Sukweenadhi, J., dan Avanti, C., 2019. Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil Green Synthesis Menggunakan Ekstrak Daun Sendok (*Plantago major L.*). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6 (2), 69-81.
- Fawwaz, M., Natalisnawati, A., Baits, M., 2017. Kadar Isoflavon Aglikon pada Ekstrak Susu Kedelai dan Tempe. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 6 (3), 152-158.

- Hasan, H., Artika, I., Fahri, V., Sari, N., 2012. Penerapan Teknologi Nanopartikel Untuk Sediaan Obat (Antibiotik Berbasis Bahan Alam, Propolis Trigona spp). *Chem. Prog*, 5 (1), 2.
- Huda, N., Wahyuningsih, I., 2016. Karakterisasi Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lam.). *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 3(2), 49-57.
- Hulu, O. P., Sihombing, M., Saputro, R. H., Darmawan, A., Herbani, Y., 2019. Aplikasi Teknologi Nanopartikel Perak (AgNPs) dalam Air Minum dan bentuk kabut terhadap kadar Amonia Ekskreta Broiler. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 17(2), 26-31.
- Hernawati, D., Meylani, V., 2019. Variasi Inokulum *Rhizopus Sp.* Pada Pembuatan Tempe Berbahan Dasar Kedelai dan Bungkil Kacang Tanah. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 4 (1), 58-67.
- Husna, F., Mita, S., 2020. Identifikasi Bahan Kimia Obat Dalam Obat Tradisional Stamina Pria Dengan Metode Kromatografi Lapis Tipis. *Farmaka*, 18 (2), 16-25.
- Istianah, N., Wardani, A. K., Sriherfyna, F. H., 2018. Teknologi Bioproses. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Istiani, Y., Handajani, S., Pangastuti, A., 2015. Karakterisasi Senyawa Bioaktif Isoflavon dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol Tempe Berbahan Baku Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). *Biofarmasi*, 13 (2), 50-58.
- Kojong, T., Aritonang, H., Koleangan, H., 2018. Green Synthesis Nanopartikel Perak (Ag) Menggunakan Larutan Rumput Macan (*Lantana Camara L.*). *Chem. Prog*, 11 (2), 46-47.
- Listyorini, N., Wijayanti, N., Astuti, K., 2018. Optimasi Pembuatan Nanoemulsi Virgin Coconut Oil. *Jurnal Kimia*, 12 (1), 8-12
- Mambang, D., Rosidah., Suryanto, D., 2014. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Tempe terhadap Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*. *J. Teknol. dan Industri Pangan*, 25 (1), 115-118.
- Magnette, A., Chatelain, M., Chatelain, B., Ten Cate, H., & Mullier, F. 2016. PreAnalytical Issues in the Haemostasis Laboratory: Guidance for the Clinical Laboratories. *Thrombosis Journal*, 14(1).
- Nugroho, B., Sari, N., 2018. Fomulasi Self Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomirtus tomentosa* (Ait.) Hassk). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 14 (1), 1-8.
- Nurcahyo, R., Wibawa, P., 2022. Fabrikasi Ramah Lingkungan Komposit Nano Karbon Aktif-Partikel Perak dan Uji Aktifitas Antibakterinya. *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, 2 (1), 31-37.
- Ovais, M., Khalil, A. T., Islam, N. U., Ahmad, I., Ayaz, M., Saravanan, M., Mukherjee, S., 2018. Role of Plant Phytochemicals and Microbial Enzymes in Biosynthesis of Metallic Nanoparticles. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102 (16), 6799-6814.
- Parera, S.A.I., 2021. Optimasi Proses dan Formula Pembuatan Nanosilver Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Teh Hitam (*Camellia sinensis L.*):





- Aplikasi Box-Behnken Design (BBD). Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Prasetyo, K., 2020. Aplikasi Nanoteknologi Dalam Industri Hasil Hutan (Application of Nanotechnology in Forest Products Industry). *Jurnal Akar*, 2 (1), 15.
- Rahayu, N., Gusrizal, G., Nurlina, N., 2020. Ekstrak Umbi Bawang Dayak (*Eleutherine Palmifolia* (L.) Merr.) sebagai Pereduksi Ion Perak dalam Sintesis Nanopartikel Perak. *Indo. J. Pure App. Chem*, 3(3), 17-18.
- Rahim, D. W., Herawati, N., Hasri, 2020. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis*) dengan Iradiasi Microwave. *Jurnal Chemica*, 21 (1), 30-41.
- Rajabiah, N., 2016. Surface Plasmon Resonance (SPR) Phenomenon of the Oxidizing and Reducing Polypyrrole. *TURBO*, 5 (2), 149-154.
- Rusdiana, I. A., Hambali, E., Rahayuningsih, M., 2018. Pengaruh Sonikasi Terhadap Sifat Fisik Formula Herbisida yang Ditambahkan Surfaktan Dietanolamida. *Agroradix*, 1(2), 34-41.
- Rengga, W.D.P., Yufitasari, A., Adi, W., 2017. Synthesis of Silver Nanoparticles from Silver Nitrate Solution Using Green Tea Extract (*Camellia sinensis*) as Bioreductor. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(1), 32-38.
- Rohmani, S., Rosyanti, H., 2019. Perbedaan Metode Penambahan Bahan Penghancur secara Intragranular-Ekstragranular terhadap Sifat Fisik serta Profil Disolusi Tablet Ibuprofen. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 02, 95-108.
- Rosamah, E., 2019. Kromatografi Lapis Tipis: Metode Sederhana Dalam Analisis Kimia Tumbuhan Berkayu. Mulawarman University Press, Samarinda, pp. 20-27.
- Safitry, A., Pramadani, M., Febriani, W., Achyar, A., Fevria, R., 2021. Uji Organoleptik Tempe dari Kacang Kedelai (*Glycine max*) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*). Prosiding SEMNAS BIO 2021, Universitas Negeri Padang, 358-368.
- Sartini., Djide, M., Permana, A., Ismail., 2014. Ekstraksi Isoflavon Kedelai dan Penentuan Kadarnya Secara Ultra Fast Liquid Chromatography (UFLC). *Jurnal Sainsmat*. 3 (2), 130-134.
- Suknia, S., 2020. Proses Pembuatan Tempe *Home Industry* Berbahan Dasar Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) dan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) di Candiwesi, Salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education*, 3 (1), 59-76.
- Sebayang, R., Idawati, Y., dan Sinaga, H., 2020. Analisis Lactat Dehydrogenase Dalam Serum Darah Menggunakan Sentrifugasi. *Jurnal Keperawatan Silampari*, 4(1), 274-280.
- Taba, P., Parmitha, N., Kasim, S., 2019. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya sebagai Antioksidan. *Indo.J. Chem. Res*, 7 (1), 51.
- Triyana, R., Putri, T., Primawati, I., Susanti, M., Adelin, P., Salmi., 2022. Efektivitas Larvasida Infusa Bunga Lawang (*Illicium verum*) Terhadap





- Mortalitas Larva *Aedes aegypti* Instar III. *Manuju: Malahayati Nursing Journal*, 4 (11), 3130-3154.
- Wikanestri, A., 2021. Optimasi Formula Sintesis *Nanosilver* Menggunakan Reduktor Asam Sitrat: Aplikasi *Central Composite Design* (CCD). Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia.
- Yohanes., Khotimah, S., Ilmiawan, M., Uji Aktivitas Antibakteri Infusa Daun Paku Sisik Naga (*Drymoglossum piloselloides* L.) Terhadap *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Mahasiswa PSDP FK Universitas Tanjungpura*, 4(1), 1-23.




LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat, Bahan, dan Instrumen yang Digunakan

Nama	Gambar
Tempe	
Perak Nitrat	
Baku Genistein	
Sonicator Bath	
Spektrofotometer UV-Vis Double Beam	

	
Hotplate	
Water Purificator	
Timbangan Analitik	
Vortex	

	
Sentrifugator	
Oven	
Chamber	

Lampiran 2. Ekstrak Tempe (a) dan Larutan Perak Nitrat (b)



(a)

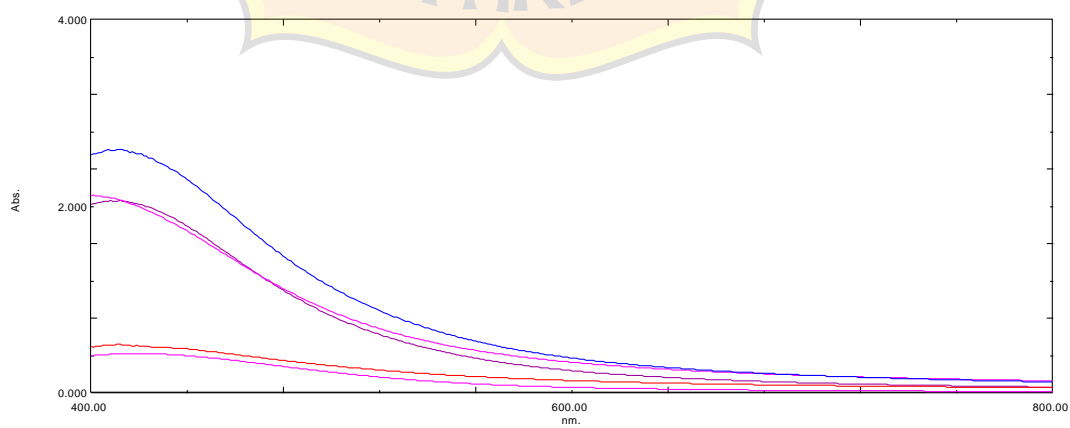


(b)


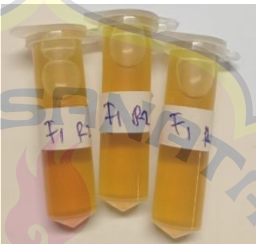


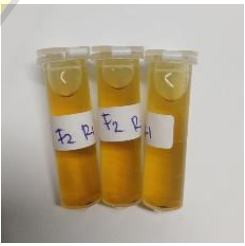

Lampiran 3. Hasil Sintesis Nanosilver



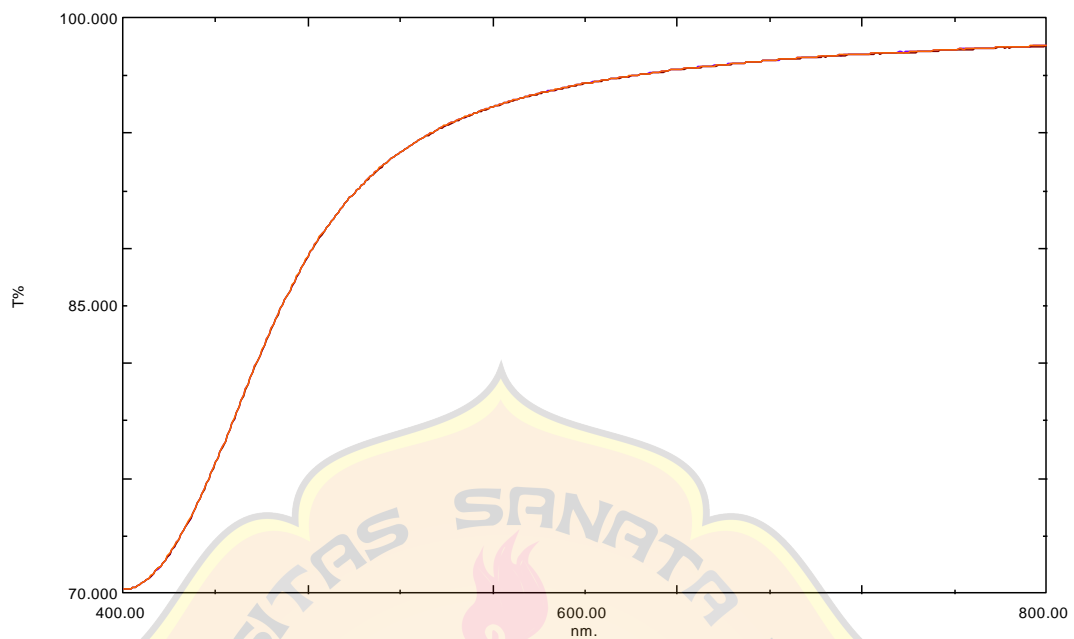
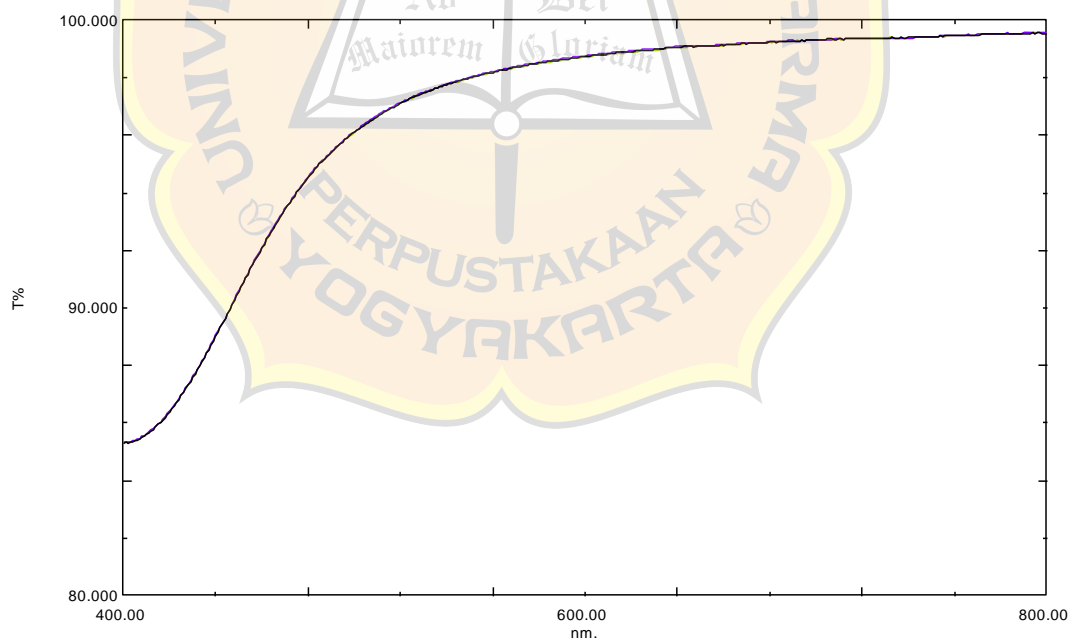
Lampiran 4. Grafik Panjang Gelombang Sintesis Nanosilver

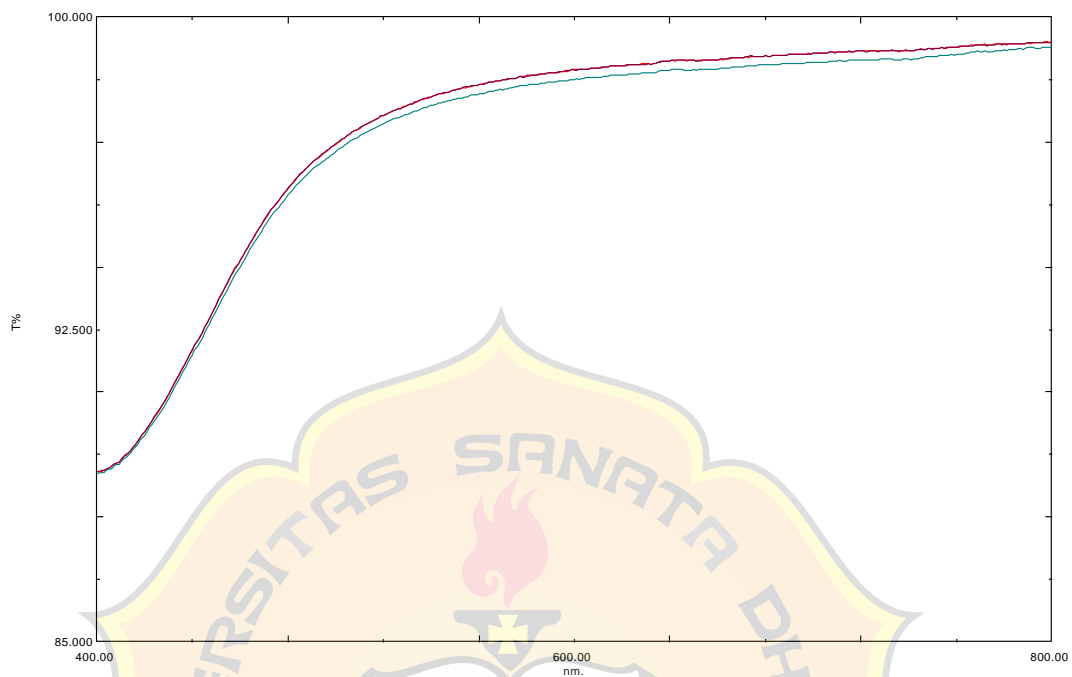
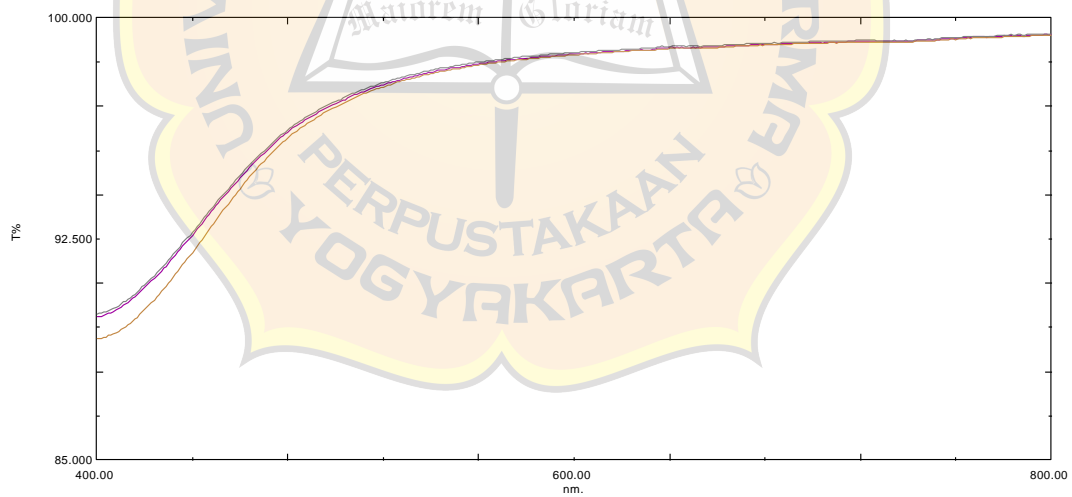


Lampiran 5. Hasil *Nanosilver* Sebelum dan Sesudah Purifikasi

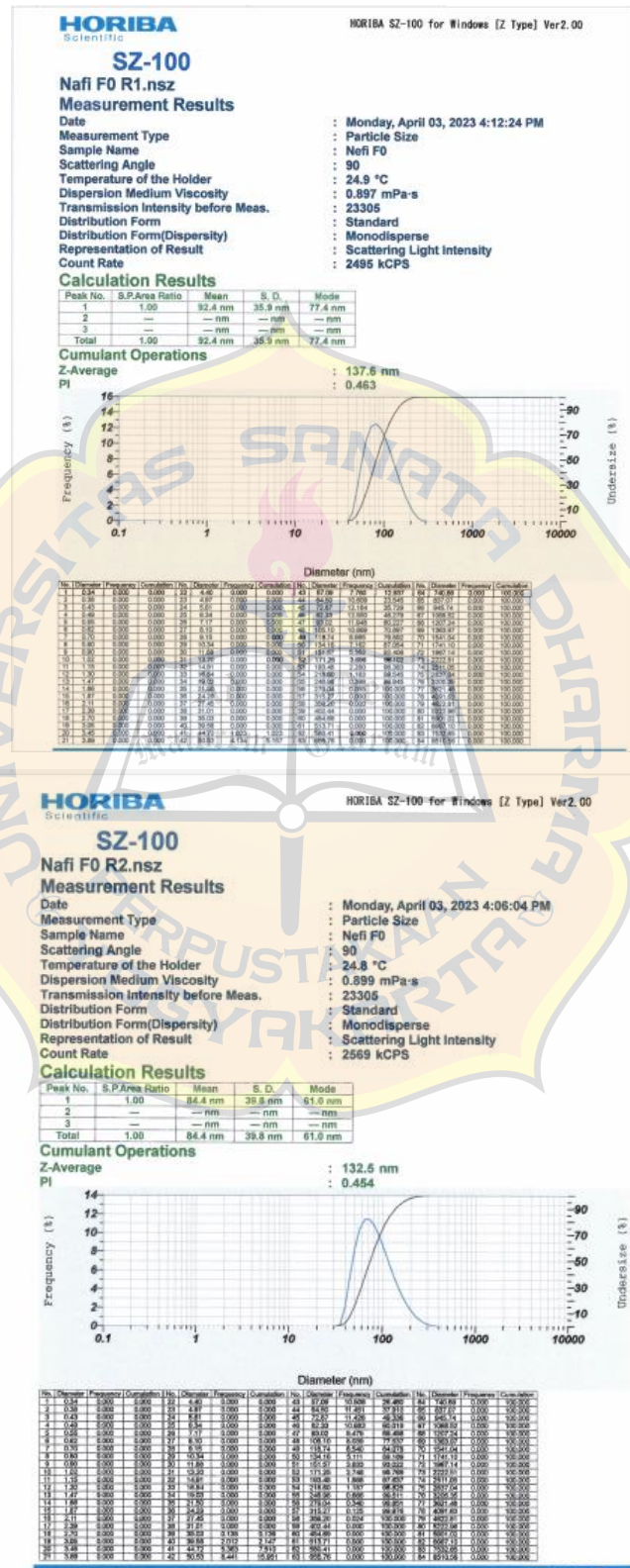
Percobaan	Sebelum Purifikasi	Sesudah Purifikasi
F1 R1		
F1 R2		
F1 R3		
F2 R1		
F2 R2		

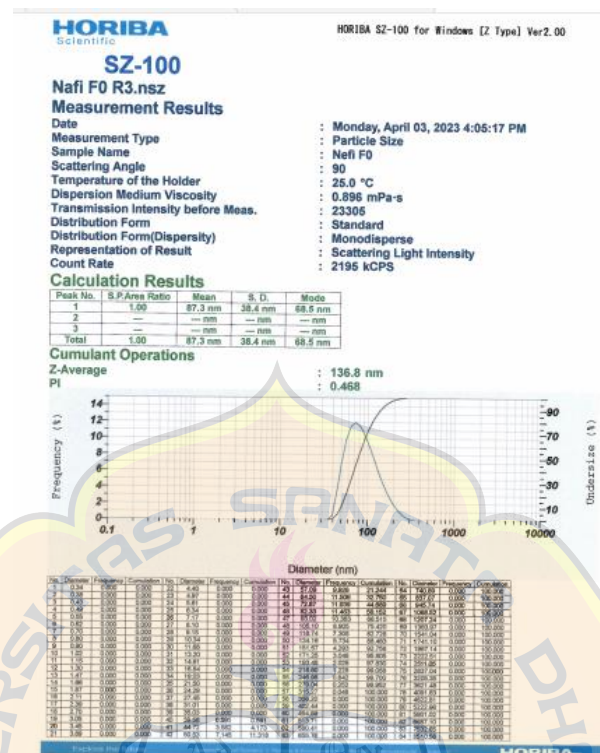
F2 R3		
F3 R1		
F3 R2		
F3 R3		

Lampiran 6. Grafik Persentase Transmittan Sebelum Purifikasi**Lampiran 7. Grafik Persentase Transmittan Sesudah Purifikasi****F1 (2.000 rpm, 15 menit)**

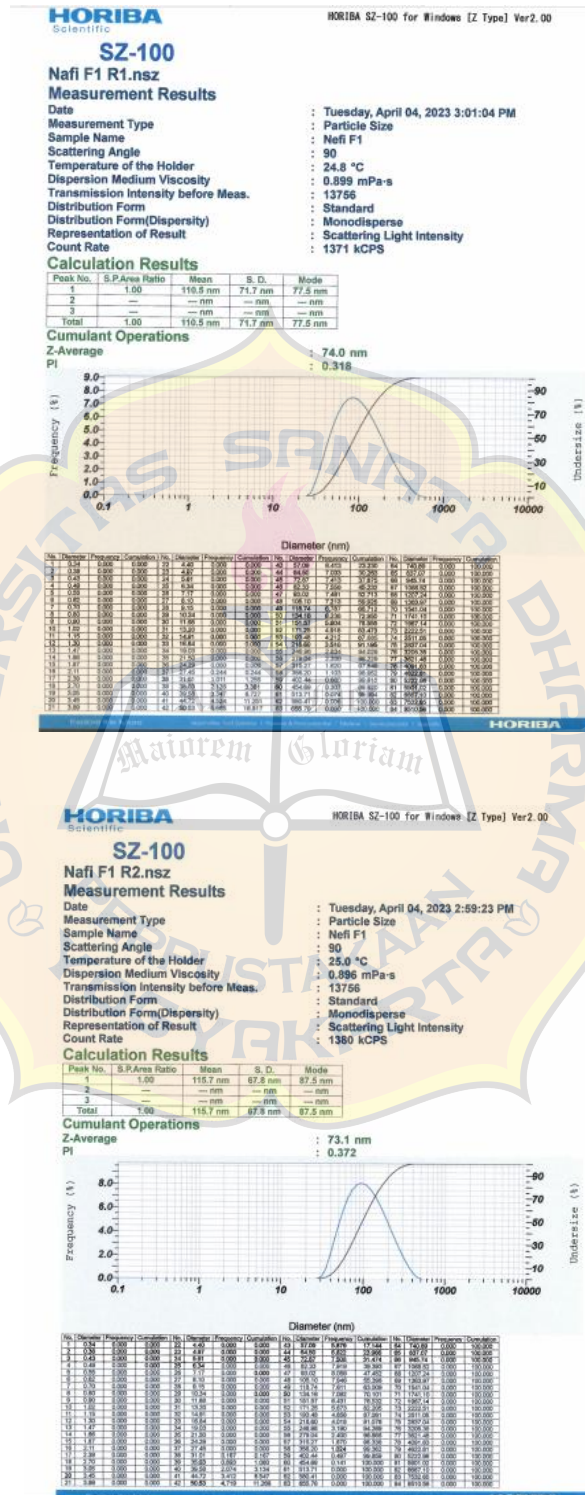
F2 (3.000 rpm, 15 menit)**F3 (5.000 rpm, 15 menit)**

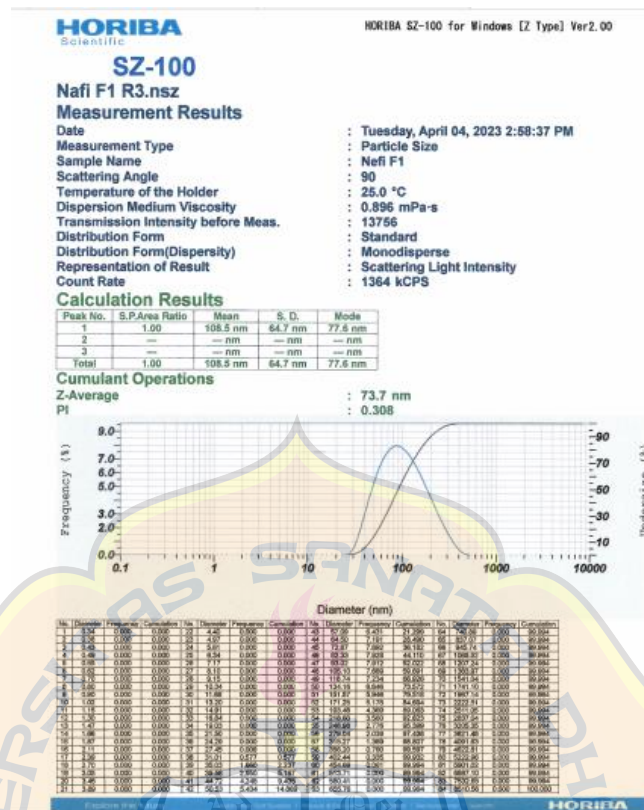
Lampiran 8. Hasil Pengukuran Partikel Sebelum Purifikasi



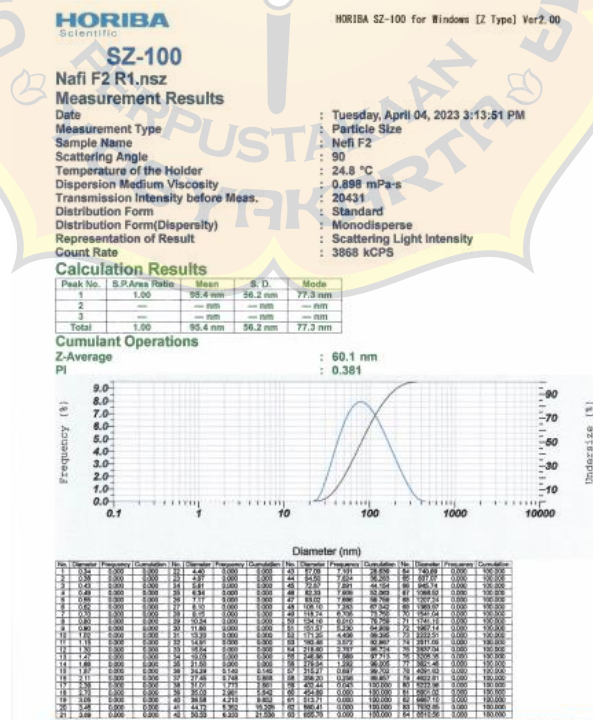


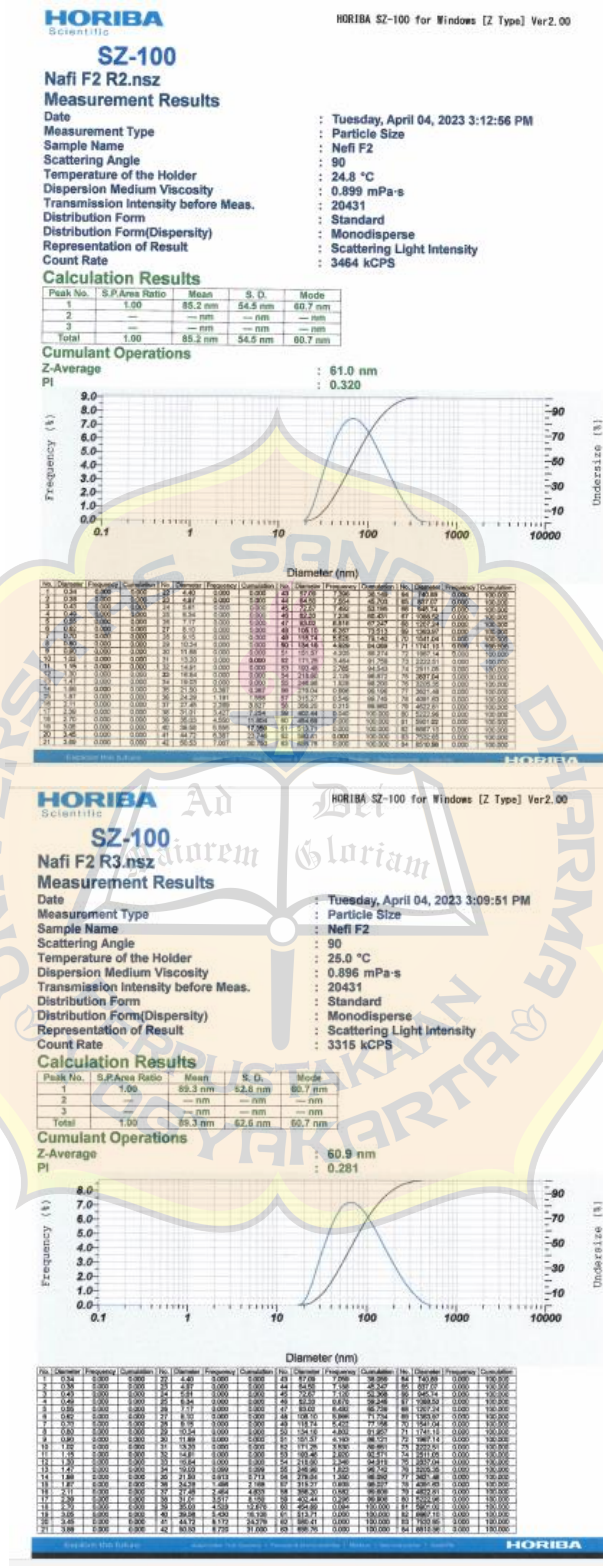
Lampiran 9. Hasil Pengukuran Partikel Sesudah Purifikasi F1 (2.000 rpm, 15 menit)



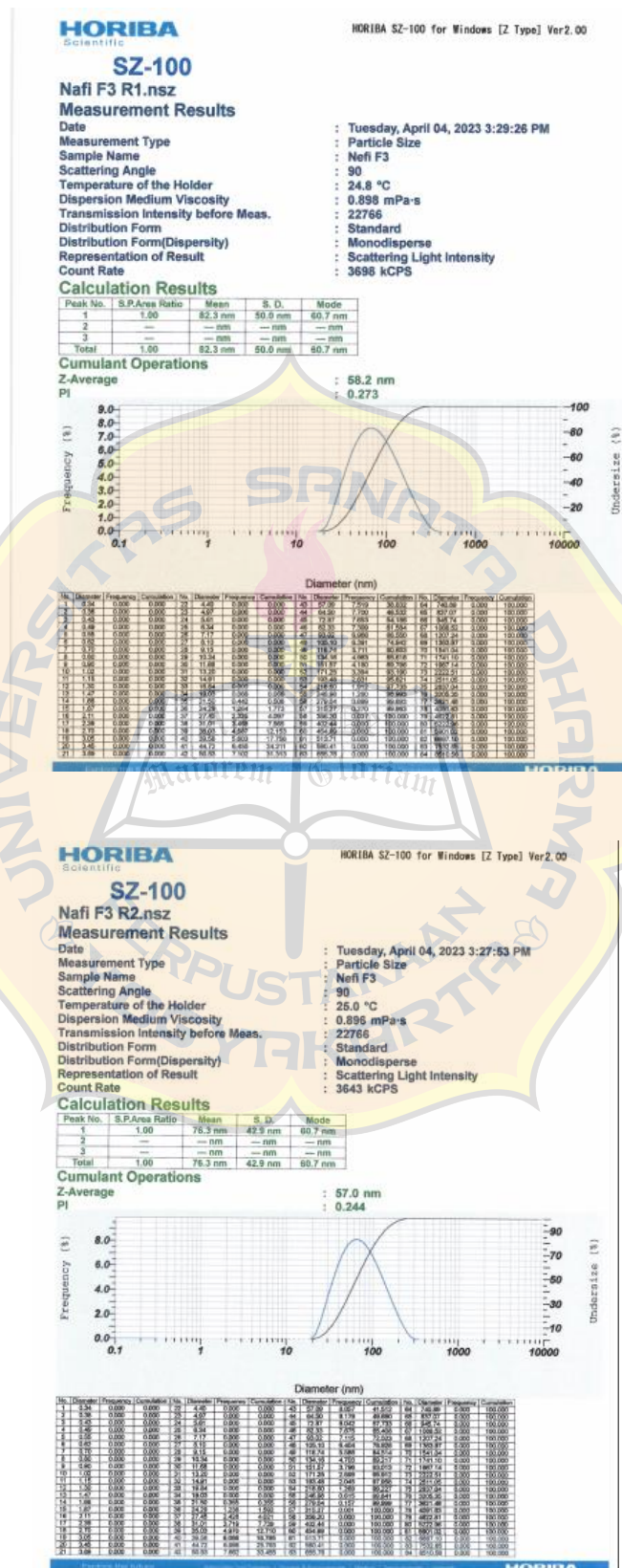


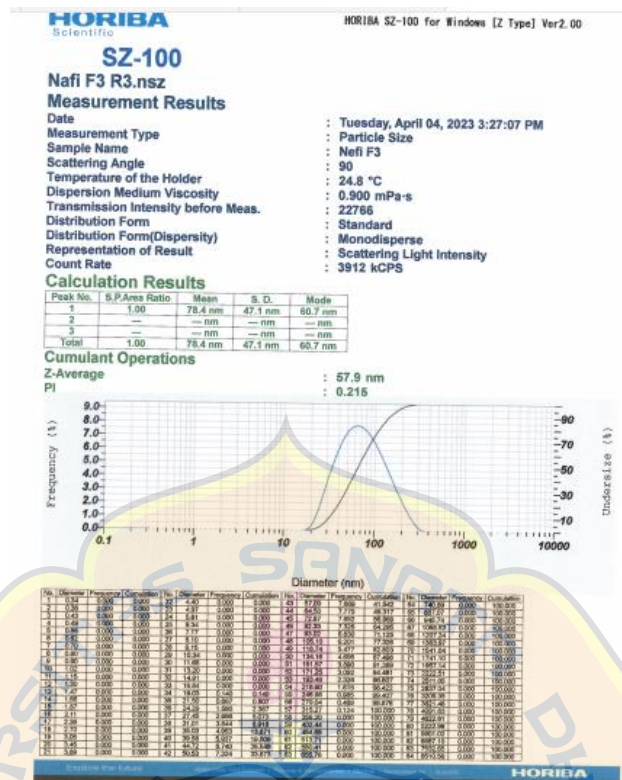
F2 (3.000 rpm, 15 menit)





F3 (5.000 rpm, 15 menit)





Lampiran 10. Hasil Uji Statistik *One-Way* ANOVA Respon Persen Transmittan

F0	F1	F2	F3
70,238	85,332	89,043	89,915
70,23	85,329	89,035	89,792
70,255	85,313	89,014	89,091

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Column 1	3	210,723	70,241	0,000163		
Column 2	3	255,974	85,3246667	0,000104333		
Column 3	3	267,092	89,0306667	0,000224333		
Column 4	3	268,798	89,5993333	0,197584333		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	740,7332	3	246,911059	4986,188311	0,000	4,066180551
Within Groups	0,396152	8	0,049519			
Total	741,1293	11				

Lampiran 11. Hasil Uji Statistik *One-Way* ANOVA Respon Ukuran Partikel

F0	F1	F2	F3
137,6	74	60,1	58,2
132,5	73,1	61	57
136,8	73,7	60,9	57,9

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Column 1	3	406,9	135,6333333	7,523333333		
Column 2	3	220,8	73,6	0,21		
Column 3	3	182	60,66666667	0,243333333		
Column 4	3	173,1	57,7	0,39		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	11977,97	3	3992,655556	1908,839309	0,000	4,066181
Within Groups	16,73333	8	2,091666667			
Total	11994,7	11				

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Agnes Faustina Ngoe Dena telah menyelesaikan skripsi berjudul Pengaruh Kecepatan Sentrifugasi Dalam Proses Purifikasi Sediaan *Nanosilver* Hasil *Green Synthesis*. Penulis lahir di Bajawa pada tanggal 6 September 2000. Penulis merupakan anak ke-3 dari enam bersaudara pasangan Fransiskus Dena dan Yasinta Egu. Pendidikan yang telah ditempuh penulis yaitu SDK Boawae (2007-2013), SMP Swasta Katolik Kotagoa Boawae (2013-2016), SMA Negeri 1 Ende (2016-2019), dan melanjutkan pendidikan Sarjana S1 di Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta pada tahun 2019. Selama kuliah, penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Biofarmasetika Farmakokinetika (2023). Penulis juga aktif dalam kegiatan kampus menjadi pengurus komunitas JKMK Universitas Sanata Dharma anggota divisi PSDM (2019), menjadi sekretaris panitia kegiatan EXPO JKMK (2020), aktif sebagai anggota CSC dan pernah menjadi PJ lomba mading online yang diadakan CSC (2019-2020), menjadi panitia anggota divisi DDU SICON (2021), menjadi sekretaris dan bendahara UKF basket Farmasi (2020-2021). Penulis juga aktif dalam organisasi luar kampus yaitu IKANATA (2019).

