

6219

537-12-2010

**OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK  
MELALUI PENDEKATAN MODEL POLINOMIAL ORDE 4  
(Januari – September 2020)**

**TUGAS AKHIR**

**Oleh**

**YOFI RINJANI SETYANINGSIH**

**NIM: 1516059**

**DATA BUKU PERPUSTAKAAN**

Tgl Terima

6/4/2020

No Induk Buku

160/TEP/SB/TA/20



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER  
POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**2020**

**SUMBANGAN ALUMNI**

**OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK  
MELALUI PENDEKATAN MODEL POLINOMIAL ORDE 4  
(Januari – September 2020)**

**TUGAS AKHIR**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Bidang Teknik dari  
Politeknik STMI Jakarta**

**Oleh**

**YOFI RINJANI SETYANINGSIH**

**NIM: 1516059**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER  
POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI  
2020**

## ABSTRAK

### OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK MELALUI PENDEKATAN MODEL POLINOMIAL ORDE 4

Oleh

Yofi Rinjani Setyaningsih

NIM: 1516059

(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Nanopartikel perak (NPP) banyak dipelajari karena memiliki sifat fisika, kimia, dan mikrobakterial yang unik. Faktor yang dapat mempengaruhi ukuran NPP dua di antaranya adalah agen pereduksi dan temperatur larutan yang digunakan. Dalam pembuatannya dengan metode sintesis, NPP cenderung mengalami agregasi. Oleh sebab itu, perlu penambahan stabilisator dan agen pereduksi yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG}$  terhadap kestabilan NPP dan mengetahui rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG}$  yang menghasilkan NPP optimum. Sintesis NPP menggunakan metode reduksi kimia dilakukan pada temperatur larutan  $90^\circ\text{C}$  dengan konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  250 ppm, stabilisator PVA 1% dan rasio mol antara Perak Nitrat dan Etilen Glikol adalah 1:50, 1:20, dan 1:10. Koloid NPP yang terbentuk selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Analisis yang didapat dari Spektrofotometer UV-Vis terlihat bahwa belum adanya NPP yang terbentuk pada semua rasio mol karena serapan yang dihasilkan tidak berada pada rentang panjang gelombang 400-450 nm yang menjadi syarat terbentuknya NPP, namun membentuk lengkungan yang seragam pada rasio mol 1:50. Hasil analisis regresi polinomial orde 4 menunjukkan nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) yang diberikan oleh hampir keseluruhan sampel rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG} = 1:50$  mendekati angka 1. Dari pengamatan pada kurva serapan yang dihasilkan pada setiap rasio mol terlihat bahwa semakin besar mol EG akan menggeser posisi puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar. Berdasarkan hal tersebut, kemungkinan besar rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG}$  yang akan menghasilkan NPP adalah antara 1:20 dan 1:50.

Kata kunci: NPP, sintesis, PVA, Etilen Glikol, model polinomial.

**HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK  
MELALUI PENDEKATAN METODE POLINOMIAL ORDE 4**

Yofi Rinjani Setyaningsih  
NIM : 1516059  
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)  
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, September 2020

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahean, MSc  
NIP.195803221986031002

Dosen Pembimbing II



Ir. Untung Prayudie, MTA  
NIP.196102081991031001

Menyetujui

Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer



Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng  
NIP.198505112014022001

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR**

**OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK  
MELALUI PENDEKATAN METODE POLINOMIAL ORDE 4**

Yofi Rinjani Setyaningsih  
NIM : 1516059  
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Oktober 2020

Pembimbing

  
Dr. Joddy Arya Laksmono, ST. MT.  
NIP. 1977042220001210001

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS  
AKHIR**

**OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK  
MELALUI PENDEKATAN METODE POLINOMIAL ORDE 4**

**Yofi Rinjani Setyaningsih**  
NIM : 1516059  
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

**Politeknik STMI Jakarta**

**Jakarta, Oktober 2020**

**Penguji I**



**Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM**  
NIP.195702141985031002

**Penguji II**



**Andi Rusnaenah, ST, MT, M.Si**  
NIP.197407192011012001

**Dosen Pembimbing I**



**Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahean, MSc**  
NIP.195803221986031002

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. Untung Prayudie, MTA**  
NIP.196102081991031001

**HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS  
AKHIR**

**OPTIMASI PROSES PREPARASI NANOPARTIKEL PERAK  
MELALUI PENDEKATAN METODE POLINOMIAL ORDE 4**

Yofi Rinjani Setyaningsih  
NIM : 1516059  
(Program Studi Teknik Kimia Polimer)

Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Oktober 2020

Penguji I



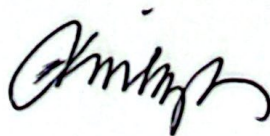
Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM  
NIP.195702141985031002

Penguji II



Fitria Ika Aryanti, ST, M.Eng  
NIP.198505112014022001

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahean, MSc  
NIP.195803221986031002

Dosen Pembimbing II



Ir. Untung Prayudie, MTA  
NIP.196102081991031001

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya mahasiswi Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Yofi Rinjani Setyaningsih

NIM : 1516059

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir yang saya buat dengan judul “Optimasi Proses Preparasi Nanopartikel Perak Melalui Penderkatan Metode Polinomial Orde 4”:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada tugas akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka tugas akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, November 2020



Yofi Rinjani Setyaningsih

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir penelitian yang berjudul “Optimasi Proses Preparasi Nanopartikel Perak Melalui Pendekatan Metode Polinomial Orde 4”. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat pelaksanaan tugas akhir penelitian Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta. Penelitian ini direncanakan akan dilakukan di Laboratorium Kimia Makromolekul Pusat Penelitian Kimia – LIPI, Serpong dengan jangka waktu selama 9 bulan.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua penyusun, yang selalu mendoakan dan mendukung.
2. Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
3. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
4. Dr. Ir. Lintong Sopandi Hutahean, MSc., selaku dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta.
5. Ir. Untung Prayudie, MTA., selaku asisten dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta.
6. Dr. Joddy Arya Laksmo, ST.MT., selaku pembimbing tugas akhir di Laboratorium Kimia Makromolekul Pusat Penelitian Kimia – LIPI, Serpong.
7. Alifia, Aliya, Della, Dejun, Edwin, Eliza, Jevi, Mutiara, Shely, dan teman-teman TKP angkatan 2016 yang selalu mendukung satu sama lain.

Akhir kata, penulis mengharapkan agar Tugas Akhir Penelitian yang telah dibuat ini dapat bermanfaat untuk memberikan informasi kepada semua orang.

Jakarta, September 2020

Penyusun

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS AKHIR .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR .....	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xiii
Bab I Pendahuluan .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Batasan Masalah .....	3
I.4 Tujuan Penelitian .....	4
I.5 Manfaat Penelitian .....	4
Bab II Tinjauan Pustaka .....	5
II.1 Nanoteknologi .....	5
II.2 Nanopartikel Perak (NPP) .....	6
II.3 Sintesis Nanopartikel Perak (NPP) .....	8
II.4 Polivinil Alkohol (PVA) .....	10
II.5 Etilen Glikol .....	12
II.6 Analisis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak (NPP) .....	14
II.6.1 Spektrofotometer UV-Vis .....	14
II.6.2 Pendekatan Model Polinomial .....	15
Bab III Metode .....	17
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
III.2 Alat dan Bahan .....	17
III.1.1 Alat .....	17
III.2.1 Bahan .....	17
III.3 Variabel .....	18
III.3.1 Variabel Tetap .....	18
III.3.2 Variabel Bebas .....	18
III.4 Prosedur .....	18
III.4.1 Prosedur Sintesis Nanopartikel Perak .....	18
III.4.2 Analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis .....	20
III.4.3 Analisis dengan Pendekatan Model Polinomial .....	21
BAB IV Hasil dan Pembahasan .....	23
IV.1 Analisis Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometer UV-Vis .....	23

IV.2. Analisis Nanopartikel Perak dengan Pendekatan Model Polinomial ...	28
BAB V Kesimpulan dan Saran .....	33
V.1 Kesimpulan .....	33
V.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	35
LAMPIRAN.....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Perhitungan Volume Bahan.....	39
LAMPIRAN B	Kurva Hubungan Absorban dan Panjang Gelombang dengan Penambahan Model Polinomial Orde 4.....	42
LAMPIRAN C	Contoh Perhitungan Pendekatan Metode Polinomial Orde 4....	54
Gambar II. 1	Spektrum absorpsi sampel pada 2 P.....	11
Gambar II. 2	Spektrum absorpsi UV-Vis.....	12
Gambar III. 1	Perhitungan Pendekatan.....	17
Gambar III. 2	Hasil Spektrofotometer UV-Vis.....	21
Gambar IV. 1	Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel A.....	22
Gambar IV. 2	Hasil analisis Pendekatan untuk UV-Vis untuk sampel A.....	24
Gambar IV. 3	Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel C.....	24
Gambar IV. 4	Perhitungan pendakn standar kurva untuk sampel A dan C.....	27
Gambar IV. 5	Hasil analisis Pendekatan untuk UV-Vis untuk sampel C.....	27

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Warna NPP yang tergantung pada ukuran partikel .....	7
Gambar II. 2 Struktur Polivinil Alkohol .....	10
Gambar II. 3 Struktur Etilen Glikol .....	12
Gambar II. 4 Mekanisme reduksi ion perak dengan gugus –OH dari pati.....	12
Gambar II. 5 Skema perkiraan mekanisme reduksi NPP.....	13
Gambar II. 6 Spektrofotometer UV-Vis.....	15
Gambar III. 1 Prosedur Penelitian.....	19
Gambar III. 2 Hasil Spektrofotometer UV-Vis.....	21
Gambar IV. 1 Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel A .....	23
Gambar IV. 2 Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel B .....	24
Gambar IV. 3 Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel C .....	24
Gambar IV.4 Pergeseran puncak serapan dalam waktu 60 menit. (A) $Ag^+ : EG = 1:50$ ; (B) $Ag^+ : EG = 1:20$ ; (C) $Ag^+ : EG = 1:10$ .....	277

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Karakteristik PVA .....	10
Tabel IV.1 Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis pada tahapan preparasi nanopartikel perak (NPP).....	25
Tabel IV. 2 Tabel Koefisien Determinan.....	29

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
EG	Etilen Glikol	2
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>	22
HIV	<i>Human Immunodeficiency Virus</i>	5
IR	<i>Infra Red</i>	9
NPP	Nanopartikel Perak	1
PAA	Poliasam Akrilat	1
PSA	<i>Particle Size Analyzer</i>	22
PVA	Polivinil alkohol	1
PVP	Polivinil Prolidin	1
SPR	<i>Surface Plasmon Resonance</i>	7
UV-Vis	Ultraviolet-Visibel (Cahaya Tampak)	2
LAMBANG		
°C	Derajat Celcius	3
%	Persen	2
-OH	Gugus hidroksil	2
<i>a</i>	Waktu awal proses	19
Ag <sup>0</sup>	Nanopartikel Perak	6
Ag <sup>+</sup>	Ion Perak	2
AgBr	Perak Bromida	6
AgCN	Perak Sianida	6
AgNO <sub>3</sub>	Perak Nitrat	2
Au	Emas	6
<i>b</i>	Waktu akhir proses	19
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	Etilen Glikol	10
Co	Kobalt	6
Fe	Besi	6
<i>h</i>	Nilai simpangan sederhana	19
CuNiZn	Perak Nikel	6
M	Molaritas	2
mL	Mililiter	18
<i>n</i>	Banyaknya data	19
Nm	Nanometer	1
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ion Nitrat	6
NaBH <sub>4</sub>	Natrium Borohibrida	6
Pb	Timbal	6
Ppm	<i>part per million</i>	3
Pt	Platina	6
R <sup>2</sup>	Koefisien determinasi	14

## Bab I Pendahuluan

### I.1 Latar Belakang

Perkembangan dan penerapan di bidang teknologi nano berkembang pesat dalam dekade terakhir (Duncan, 2011). Nanoteknologi secara umum adalah teknologi dalam merancang, membuat dan mengaplikasikan struktur/material yang berdimensi nanometer. Nanoteknologi juga memiliki pengertian yang lebih luas termasuk cara memproduksi serta mengetahui kegunaan sifat baru yang muncul dari material nano yang telah dibuat. Material berukuran nanometer memiliki sejumlah sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material berukuran besar (*bulk*) (Abdullah dan Khairurrijal, 2010).

Nanopartikel perak banyak dipelajari karena memiliki sifat fisika, kimia, dan mikrobakterial yang unik untuk pemanfaatan berbagai bidang terutama dalam bidang optis, katalisis, dan biomedis (Korbekandi dan Iravani, 2012). Bentuk dan ukuran nanopartikel perak (NPP) sangat penting dalam penentuan sifat optik, listrik, magnet, katalis dan antimikrobanya. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar efek antimikrobanya. Faktor-faktor yang dapat memengaruhi ukuran partikel dalam sintesis di antaranya adalah temperatur larutan, konsentrasi garam, agen pereduksi dan waktu reaksi. NPP telah banyak dibuat dengan beberapa metode dan kondisi yang berbeda seperti metode reduksi kimia, fotokimia, sonokimia, radiasi ultrasonik, sintesis solvotermal, dan lain-lain (Guzman, dkk., 2009). Dari banyak metode yang dapat dilakukan, metode reduksi kimia dipilih dengan metode yang paling efektif untuk menghasilkan NPP karena langkah kerja yang mudah, cepat, murah, dan menggunakan temperatur rendah.

NPP hasil sintesis cenderung mengalami agregasi membentuk ukuran besar. Upaya pencegahan agregasi antar nanopartikel dapat dilakukan dengan penambahan material atau molekul pelapis partikel, seperti Polivinil Alkohol (PVA), polivinilprolidin (PVP), poliasam akrilat (PAA) (Bae, dkk., 2011). Penambahan Polivinil Alkohol (PVA) untuk menstabilkan ukuran berhasil

dilakukan. NPP yang dihasilkan dengan menggunakan PVA memiliki ukuran 35 – 43 nm (Wahyudi, dkk., 2011).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ponsanti, dkk. (2020), sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan bioreduktor pati. Pati memiliki gugus hidroksil ( $^{-}\text{OH}$ ) yang dapat berinteraksi dengan ion perak. Merujuk pada hal tersebut, penggunaan reduktor lain yang memiliki gugus hidroksil memungkinkan untuk terjadinya sintesis nanopartikel perak.

Kestabilan koloid NPP hasil sintesis dapat diketahui melalui hasil analisis absorbansi dari pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (*ultraviolet – visible*). Kestabilan larutan koloid NPP diketahui dari perubahan puncak serapannya. Jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar menunjukkan bahwa kestabilan NPP masih rendah dikarenakan telah terjadi peristiwa aglomerasi (Wahyudi dkk., 2011).

Pada studi yang dilakukan oleh Apriandanu, dkk. (2013), sintesis NPP dapat menggunakan Etilen Glikol sebagai reduktor dengan PVA sebagai stabilisatornya. Dalam penelitian tersebut, PVA divariasikan menjadi 1%, 3% dan 5% dan mendapatkan hasil sebagai berikut: penambahan PVA 1% menghasilkan NPP yang cukup stabil karena terjadi pergeseran puncak serapan terjadi dalam rentang panjang gelombang yang kecil; penambahan PVA 3% menghasilkan NPP yang relatif stabil karena pergeseran puncak serapannya terjadi dalam rentang panjang gelombang yang paling kecil; sedangkan penambahan PVA 5% menghasilkan NPP yang tidak stabil dan terdapat endapan hitam pada sampel. Apriandanu, dkk. Menyimpulkan bahwa PVA 3% adalah kondisi konsentrasi optimum dalam sintesis NPP tersebut.

Pada penelitian Apriandanu, dkk. (2013) tersebut juga memvariasikan rasio mol antara ion  $\text{Ag}^{+}$  dan Etilen Glikol (EG). Penelitian tersebut menggunakan konsentrasi Perak Nitrat ( $\text{AgNO}_3$ )  $1 \times 10^{-3}$  M dengan rasio mol antara ion  $\text{Ag}^{+}$  dan

EG adalah 1:50, 1:20 dan 1:10. Stabilisator PVA 3% ditambahkan pada setiap rasio mol dan menghasilkan koloid NPP yang relatif stabil pada rasio 1:50.

Merujuk pada studi yang telah dilakukan oleh Apriandanu, dkk. (2013), penambahan PVA 1% menghasilkan NPP yang cukup stabil pada rasio mol antara ion  $\text{Ag}^+$  dengan EG yang digunakan. Hal ini dapat diteliti lebih lanjut dengan menggunakan konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  yang berbeda untuk mengetahui kestabilan yang diberikan dan mengetahui rasio mol  $\text{Ag}^+$  : EG yang menghasilkan NPP optimum.

Biswas, dkk. (2016) pada penelitiannya menggunakan pencocokan kurva berdasarkan polinomial orde tinggi. Pada penelitian tersebut, orde polinomial yang digunakan adalah orde 2, 3 dan 4. Penelitian tersebut menghasilkan set data fungsi polinomial dengan orde tertinggi memberikan segmentasi yang lebih baik dan akurat. Hal tersebut karena kesesuaian kurva dengan data yang dihasilkan.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menemukan pengaruh dari rasio mol terhadap kestabilan NPP serta menemukan variasi mol reduktor yang membentuk NPP optimal dengan pendekatan model polinomial.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh rasio mol  $\text{Ag}^+$  : EG yang digunakan terhadap kestabilan koloid NPP?
2. Bagaimana menentukan rasio mol  $\text{Ag}^+$  : EG yang optimum untuk menghasilkan NPP dengan menggunakan pendekatan model polinomial?

## **I.3 Batasan Masalah**

1. Bahan baku sintesis nanopartikel perak merupakan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dengan konsentrasi  $1,5 \times 10^{-3}$  M.
2. Bahan tambahan berupa stabilisator Polivinil Alkohol (PVA).
3. Bahan tambahan berupa reduktor, yaitu Etilen Glikol (EG).

4. Pencampuran Etilen Glikol (EG) yang divariasikan molnya antara  $\text{Ag}^+$  dengan EG, yaitu 1:50; 1:20 dan 1:10.
5. Penambahan PVA (1%) dalam larutan.
6. Konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  adalah 250 ppm.
7. Larutan dipanaskan hingga temperatur  $90^\circ\text{C}$  dalam labu leher tiga.
8. Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.
9. Analisis NPP optimum menggunakan pendekatan model polinomial dengan melihat nilai koefisien determinan.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. mengetahui pengaruh rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG}$  terhadap kestabilan koloid NPP,
2. mengetahui rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG}$  yang optimum untuk menghasilkan NPP dengan menggunakan pendekatan model polinomial.

#### **I.5 Manfaat Penelitian**

1. Penelitian ini berguna untuk memperluas pengetahuan mengenai NPP dengan penambahan PVA sebagai stabilisator dan Etilen Glikol sebagai reduktor.
2. Penelitian ini diharapkan untuk memberikan pengetahuan mengenai optimasi kestabilan NPP dengan menggunakan metode pendekatan model polinomial.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi mengenai pengembangan material yang berbasis nanopartikel dan dapat membantu mengoptimalkan NPP.

## Bab II Tinjauan Pustaka

### II.1 Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah suatu ilmu atau teknologi yang mempelajari objek berukuran sangat kecil (sepermiliar meter), kemudian dilakukan manipulasi-manipulasi untuk menghasilkan benda-benda baru yang mempunyai karakter khusus seperti yang diinginkan (Paryati, 2016). Ukurannya yang sangat kecil tersebut kemudian dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Berikut ini adalah beberapa bidang yang mengaplikasikan nanoteknologi:

#### 1. Bidang Kesehatan

Nanoteknologi mencakup pengembangan teknologi dalam skala nanometer, biasanya 0,1 hingga 100 nm (satu nanometer sama dengan seperseribu mikrometer atau sepersejuta millimeter), dengan ukuran yang kecil obat tidak perlu lagi dikonsumsi atau disuntikkan, namun hanya cukup dengan disemprotkan obat dengan teknologi nano sudah dapat masuk ke dalam tubuh melalui pori-pori. Nanoteknologi telah dapat merekayasa obat hingga dapat mencapai sasaran dengan dosis yang tepat, termasuk peluang untuk mengatasi penyakit-penyakit berat seperti tumor, kanker, HIV (*Human Immunodeficiency Virus*), dan lain-lain (Ikka, 2014).

#### 2. Bidang Industri

Aplikasi nanoteknologi dalam bidang industri sangat luas. Teknologi ini dimanfaatkan untuk membuat material-material yang memiliki banyak keunggulan. Material tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam industri, missal dalam industri mobil pelapisan *body* dilakukan dengan nanopartikel yang memberikan beberapa keuntungan seperti tahan terhadap goresan dan kecemerlangan lebih tahan lama (Dewandaru, 2012).

#### 3. Bidang Teknologi Informasi

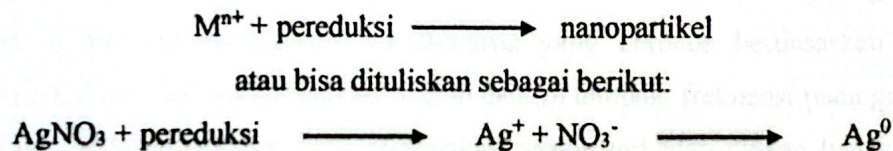
Peran teknologi nano dalam pengembangan teknologi informasi sudah tidak diragukan lagi. Dunia informatika dan komputer/elektronik bisa menikmati adanya kuantum yang mampu mengirimkan data dengan kecepatan yang sangat tinggi. komputer saat ini tersusun dari *chip* yang 3 sampai 4 kali lebih

kecil, dengan daya 2 sampai 3 kali lebih besar serta mampu menyimpan data jutaan kali lebih banyak dari komputer yang kita gunakan saat ini. Begitu kecilnya, kita mungkin hanya bisa melihatnya dengan menggunakan mikroskop cahaya/elektron (Dewandaru, 2012).

## II.2 Nanopartikel Perak (NPP)

Perak adalah logam transisi yang dapat melakukan beberapa proses oksidasi dan dapat mengoksidasi zat lain. Sebagian besar bijih perak juga mengandung logam lainnya seperti plumbum, tembaga, seng, dan lainnya. Beberapa jenis padatan perak yaitu perak bromida ( $\text{AgBr}$ ), perak nikel ( $\text{CuNiZn}$ ), perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), dan perak sianida ( $\text{AgCN}$ ). Stabilitas perak sangat baik terhadap panas dan cahaya. Ion pada perak sangat unik. Ion perak akan membawa tegangan elektrostatis karena telah kehilangan elektron valensinya (Subagio, 2011)

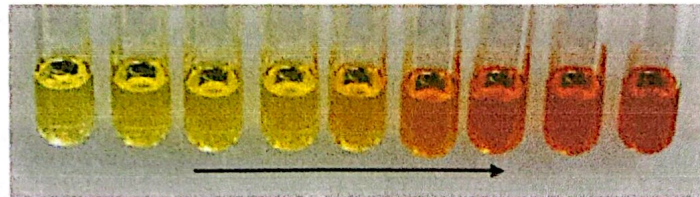
Nanopartikel logam mempunyai struktur 3 dimensi berbentuk seperti bola (solid). Partikel ini dibuat dengan cara mereduksi ion logam menjadi logam yang tidak bermuatan (nol). Reaksi yang terjadi adalah:



$\text{M}^{n+}$  adalah ion logam yang akan dibuat menjadi nanopartikel. Contoh: Au, Pt, Ag, Pd, Co, Fe. Sedangkan contoh dari zat pereduksi adalah natrium sitrat, borohidrat,  $\text{NaBH}_4$ , dan alkohol. Proses ini terjadi karena adanya transfer elektron dari zat pereduksi menuju ion logam. Faktor yang mempengaruhi dalam sintesis nanopartikel antara lain konsentrasi reaktan, molekul pelapis (*capping agent*), temperatur dan pengadukan (Fernandez, 2011).

Di antara nanopartikel logam, NPP banyak mendapat perhatian karena sifat fisik dan kimianya. NPP memiliki serapan dan sebaran cahaya yang sangat efisien, serta tidak seperti bahan lainnya. NPP memiliki warna yang bergantung dari

ukuran dan bentuk partikel serta konsentrasi (Oldenburg, 2011). Jika ukuran partikel semakin kecil, maka luas permukaan NPP semakin besar (Montazer dkk., 2012). Gambar II.1 menunjukkan warna NPP yang tergantung pada ukuran partikel. Menurut Oldenburg (2011), pada gambar dapat terlihat dari kiri ke kanan warna larutan koloid NPP semakin pekat. Hal tersebut menandakan bahwa semakin pekat warna yang dihasilkan, maka konsentrasi dan ukuran partikel semakin besar.



**Gambar II. 1** Warna NPP yang tergantung pada ukuran partikel  
Sumber: Oldenburg, 2011

Menurut Saputra, dkk. (2011), NPP hasil preparasi berbentuk koloid dari hasil pengamatan terlihat bahwa warna dari koloid NPP berbeda-beda, mulai dari kuning, transparan atau krem/abu-abu. Warna dari NPP tergantung dari bentuk dan ukuran nanopartikel serta konstanta dielektrik dari media lingkungannya. Koloid perak memperlihatkan warna-warna yang berbeda berdasarkan pada absorpsi cahaya dan pancaran pada daerah cahaya tampak, frekuensi pada getaran konduksi elektron-elektron yang merupakan respon terhadap medan listrik hasil radiasi elektromagnetik, namun hanya elektron-elektron dengan elektron bebas (seperti Au, Ag, Cu dan logam alkali) memiliki plasmon permukaan pada spektrum cahaya tampak, yang dapat memberikan warna yang baik.

Menurut Yanti dan Melati (2017), plasmon permukaan adalah gelombang osilasi (getaran) elektron bebas yang merambat pada dua medium yang berbeda indeks biasnya yaitu logam dan dielektrik (material konduktif atau material dielektrik). Secara fisika fenomena resonansi plasmon permukaan (SPR) adalah sebuah metode untuk mengkaji karakteristik bahan dengan cara mengenakan cahaya terpolarisasi (laser) pada permukaan bahan melalui prisma.

Sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan metode-metode sebagai berikut:

1. Metode *Top-Down*

Metode *Top-Down* merupakan proses sintesis nanopartikel secara fisika, dimana terjadi pemecahan material besar menjadi material berukuran nanometer. Metode ini dapat juga diartikan penggabungan material berukuran sangat kecil, seperti kluster, menjadi partikel berukuran nanometer tanpa mengubah sifat bahan.

2. Metode *Bottom-Up*

Metode ini merupakan proses sintesis nanopartikel secara kimia dengan melibatkan reaksi kimia dari sejumlah material awal (*precursor*) sehingga dihasilkan material lain yang berukuran nanometer. Contohnya adalah pembentukan nanopartikel garam dengan mereaksikan asam dan basa yang bersesuaian (Abdullah, 2008).

Aplikasi dari penggunaan NPP cukup banyak dengan salah satunya adalah antibakteri. NPP sangat terkenal karena sifat antibakterinya maka banyak digunakan dalam bidang kesehatan seperti pelapis pembalut luka dan agen antimikroba pada *handsanitizer*.

### II.3 Sintesis Nanopartikel Perak (NPP)

Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode *top-down* dan metode *bottom-top*. Pendekatan *top-down* dimulai dengan material besar dan upaya untuk memecahnya menjadi material nano melalui metode fisik. Metode *bottom-up* merupakan metode yang paling berkembang saat ini. Karena dalam metode ini, nanopartikel dapat dikendalikan secara kimiawi dalam fasa larutan (Lalena, dkk., 2008).

Kriteria yang dapat kita ketahui tentang nanopartikel perak ada beberapa, dua contohnya adalah warna larutan koloid dan ukuran partikel. Larutan koloid NPP biasanya berwarna kuning pucat hingga kemerahan. Pada analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat berdasarkan puncak serapannya pada

panjang gelombang 400 – 450 nm. Kemudian untuk ukuran partikelnya ada pada rentang 1 hingga 100 nm. Ukuran partikel ini dapat dilihat dengan menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA).

Ukuran partikel yang semakin kecil belum tentu juga memiliki stabilitas yang baik. Hal ini dikarenakan suatu nanopartikel memiliki kecenderungan untuk beraglomerasi. Partikel berukuran nanometer memiliki *surface area* spesifik yang sangat besar. Pada *surface area* yang besar ikatan kimia antar partikel membentuk dipol listrik yang kuat sehingga dapat beraglomerasi. Oleh karena itu, stabilisator dalam sintesis NPP memiliki peran yang sangat penting (Ariyanta, dkk., 2014).

Tahapan awal dari penelitian ini adalah melakukan preparasi nanopartikel perak dengan menggunakan metode reduksi kimia. Proses ini dilakukan dengan variasi perbandingan mol  $\text{Ag}^+$  dengan reduktor. Berdasarkan penelitian sebelumnya, preparasi nanopartikel perak dapat dilakukan dengan variasi rasio mol  $\text{Ag}^+$  dengan reduktor.

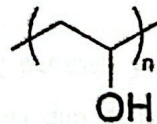
Pada penelitian ini, konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  yang digunakan adalah 250 ppm. Kemudian untuk reduktor yang digunakan adalah Etilen Glikol. Adapun suhu larutan yang digunakan adalah  $90^\circ\text{C}$ . Sedangkan untuk rasio mol  $\text{Ag}^+$  dengan reduktor, yaitu 1:50, 1:20 dan 1:10. Menurut Wahyudi, dkk. (2011) menjelaskan bahwa kelebihan reduktor dalam larutan ikut berperan dalam menstabilkan nanopartikel perak yang terbentuk, maka dari itu adanya variasi rasio mol untuk membuktikan hal tersebut.

Pada awalnya, penelitian ini direncanakan menganalisis keberadaan NPP dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) dan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) kemudian pengujian antibakterinya menggunakan media cakram dan beberapa bakteri, namun dengan terkendalanya waktu dan kondisi yang tidak memungkinkan, hanya data Spektrofotometer UV-Vis saja yang dapat dianalisis.

#### II.4 Polivinil Alkohol (PVA)

PVA adalah salah satu polimer yang larut dalam air dan memiliki beberapa keunggulan yaitu bersifat larut dalam air, biokompatibel dan terdegradasi secara biologi (*biodegradable*), tidak beracun dan menunjukkan adesi sel yang minimal (Warastuti, dkk., 2012), selain itu PVA memiliki kekuatan mekanik dan kimia yang sangat tinggi serta stabilitas termal yang baik dan murah (Malita, dkk., 2015).

PVA mengandung sekelompok piridium steril yang digunakan sebagai polimer fotosensitif. Polimer ini juga dapat digunakan sebagai material bioteknologi, yaitu material yang dapat digunakan sebagai *interface* untuk penumbuhan sel, protein dan enzim. Hal ini karena polimer PVA tidak membuat kekebalan (seperti tidak membentuk antibodi dalam tubuh), tidak mengalami mutasi dan tidak bersifat karsinogenik. Struktur kimia dari PVA adalah sebagai berikut:



**Gambar II. 2** Struktur Polivinil Alkohol

Sumber: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pva>

PVA memiliki struktur kimia yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan. Monomernya, yaitu vinil alkohol tidak berada dalam bentuk stabil, tetapi berada dalam keadaan tautomer dengan asetaldehida (Perwitasari, 2012). Karakteristik PVA dapat dilihat pada Tabel II.1.

**Tabel II. 1** Karakteristik PVA

Karakteristik	Nilai
Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	1,19 – 1,31
Titik Leleh (°C)	180 – 240
Titik Didih (°C)	228
Suhu Penguraian (°C)	180

Sumber: Ogur, 2005

PVA merupakan polimer yang memiliki kemampuan untuk menstabilkan nanopartikel melalui mekanisme stabilisasi sterik (Pimpang & Chopuun, 2010). Stabilisasi sterik oleh PVA terhadap NPP terjadi dengan adanya pelapisan (*coating*) pada NPP oleh molekul besar berupa polimer secara sterik. Pimpang & Chopuun (2011) telah berhasil menstabilkan nanopartikel emas dengan melakukan karakterisasi nanopartikel emas tersebut dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dan IR.

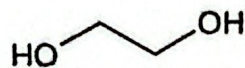
PVA mempunyai sifat berubah warna secara perlahan-lahan ketika berada pada suhu 100°C dan akan berubah warna menjadi hitam ketika berada pada suhu diatas 160°C. PVA memiliki kepadatan yang lebih besar dibanding air. PVA dapat memisah secara perlahan-lahan pada suhu diatas 180°C atau sama dengan titik lelehnya. PVA tidak dapat larut dalam tubuh binatang, tumbuhan dan bahan berminyak.

Stabilitas nanopartikel memegang peranan yang sangat penting terutama ketika nanopartikel tersebut dikarakterisasi dan diaplikasikan ke dalam sebuah produk. Sintesis NPP dengan penggunaan stabilisator dapat mengontrol ukuran NPP jika berada dalam kondisi konsentrasi optimum. Apabila konsentrasi stabilisator di atas kondisi maksimum, justru menyebabkan stabilitas NPP dapat terganggu (Zhao, dkk., 2010). Pada penelitian ini, stabilisator yang digunakan adalah Polivinil Alkohol (PVA). Selain tidak beracun maka aman untuk digunakan, PVA juga murah serta memiliki kemampuan menghalangi terjadinya aglomerasi dan proses oksidasi yang tidak diinginkan (Bakir, 2011).

Namun, penelitian ini tidak dapat dilanjutkan karena hal yang tidak terduga. Sebelum menggunakan PVA 3%, penelitian harus dihentikan hingga batas waktu yang tidak bisa dipastikan. Maka hasil penelitian dengan menggunakan PVA 1% menjadi satu-satunya data yang dapat diolah untuk melanjutkan penelitian ini.

## II.5 Etilen Glikol

Etilen Glikol (1,2-etanadiol) memiliki rumus molekul  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  atau  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  merupakan senyawa diol yang sederhana. Etilen Glikol memiliki struktur seperti pada Gambar II.3. Senyawa diol merupakan senyawa yang mempunyai dua gugus hidroksi ( $-\text{OH}$ ). Senyawa ini pertama ditemukan oleh Wutz pada tahun 1859, dengan perlakuan (reaksi) dari 1,2-dibromo etana dengan perak asetat menghasilkan etilen glikol (Qurtubi, 2017). Rumus struktur dari Etilen Glikol dapat dilihat pada Gambar II.3:

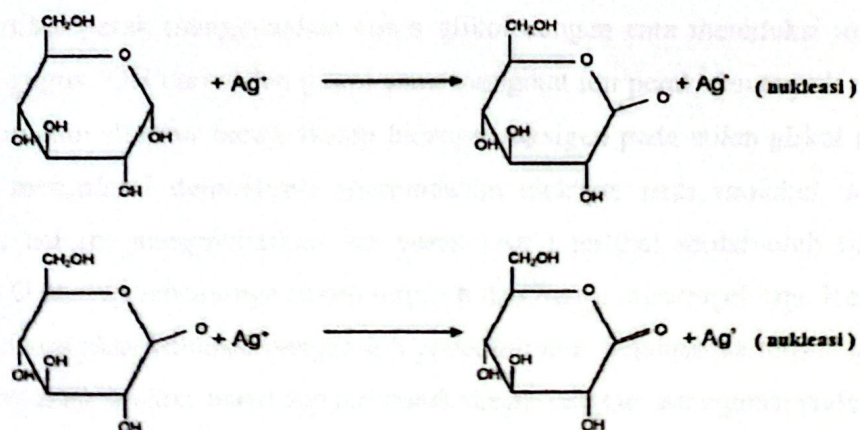


Gambar II. 3 Struktur Etilen Glikol

Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Etilena\\_glikol](https://id.wikipedia.org/wiki/Etilena_glikol)

Etilen glikol merupakan cairan jenuh, tidak berwarna, tidak berbau, berasa manis dan larut sempurna dalam air. Secara komersial, etilen glikol di Indonesia digunakan sebagai bahan baku industri poliester (tekstil) sebesar 97,34%, sedangkan sisanya sebesar 2,66% digunakan sebagai bahan baku tambahan pada pembuatan cat, minyak rem, solven, alkil resin, tinta cetak, tinta ballpoint, busa stabilisator, kosmetik, dan bahan anti beku (Qurtubi, 2017).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ponsanti, dkk. (2020), menjelaskan mengenai mekanisme pembentukan NPP dengan menggunakan pati sebagai bioreduktor. Berikut adalah skema mekanisme pembentukan NPP menggunakan pati oleh Ponsanti, dkk. (2020):

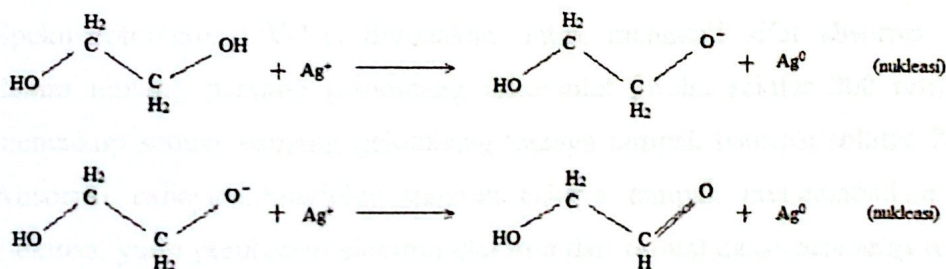


Gambar II. 4 Mekanisme reduksi ion perak dengan gugus  $-\text{OH}$  dari pati

Sumber: Ponsanti, dkk., 2020

Gambar II.4 memperlihatkan mekanisme reduksi ion perak dengan gugus  $^-OH$  dari pati. Dari skema mekanisme tersebut, terlihat bahwa gugus  $^-OH$  akan berinteraksi dengan ion  $Ag^+$ . Gugus  $^-OH$  bersifat basa dan ion  $Ag^+$  bertindak sebagai asam yang membuat keduanya dapat berinteraksi. Pada Etilen Glikol yang terdapat gugus  $^-OH$  juga dapat berinteraksi dengan ion  $Ag^+$  pada  $AgNO_3$ . Dalam penelitian ini, ion  $Ag^+$  merupakan pereaksi pembatas (ion tersebut akan habis bereaksi lebih dulu) dan Etilen Glikol merupakan pereaksi sisa.

Berikut ini adalah skema perkiraan mekanisme nanopartikel perak yang terbentuk dengan merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Ponsanti, dkk. (2020):



**Gambar II. 5** Skema perkiraan mekanisme reduksi NPP

Pada Gambar II.5 menunjukkan perkiraan mekanisme reduksi nanopartikel perak dengan gugus  $^-OH$  dari etilen glikol. Gugus  $^-OH$  bersifat basa dan ion  $Ag^+$  bertindak sebagai asam, maka akan terjadi interaksi antara keduanya. Sintesis nanopartikel perak menggunakan etilen glikol dengan cara mereduksi ion perak dengan gugus  $^-OH$  dari etilen glikol yang mengikat ion perak dan terjadi nukleasi (pembentukan struktur baru). Ikatan hidrogen-oksigen pada etilen glikol terputus karena mengalami delokalisasi (perpindahan elektron pada molekul, ion atau logam), hal ini mengakibatkan ion perak ( $Ag^+$ ) terlihat seolah-olah berikatan dengan O namun sebenarnya masih terpisah dan hanya menempel saja. Kemudian pereaksi sisa akan bereaksi dengan ion perak lainnya. Selanjutnya terjadi nukleasi (pembentukan struktur baru) dan terbentuk ikatan rangkap atau ganda pada O agar strukturnya stabil. Ketika ikatan rangkap terbentuk, ion perak selanjutnya terlepas dengan membentuk nanopartikel perak ( $Ag^0$ ).

Faktor yang mempengaruhi pada saat preparasi NPP adalah tidak adanya kontak antara perak yang terbentuk dengan oksigen selama reaksi berlangsung. Adanya kontak dengan oksigen, memberi jalan terhadap proses oksidasi terhadap perak yang terbentuk (Saputra, dkk., 2011).

## **II.6 Analisis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak (NPP)**

Karakterisasi NPP menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan analisis regresi menggunakan koefisien determinan polinomial.

### **II.6.1 Spektrofotometer UV-Vis**

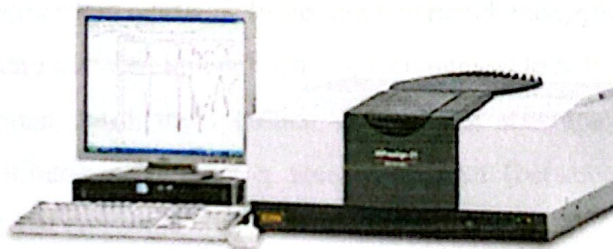
Spektrofotometer UV-Vis (Ultraviolet-Visibel/Cahaya tampak) adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengetahui karakteristik suatu material. Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (mulai sekitar 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 700 nm). Absorpsi cahaya ultraviolet maupun cahaya tampak mengakibatkan transisi elektron, yaitu perubahan elektron-elektron dari orbital dasar berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi (Amiruddin & Titik, 2013). Dalam periode waktu yang singkat, Spektrofotometer memindai secara otomatis seluruh komponen panjang gelombang dalam daerah tertentu (Bakir, 2011).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hamidu, dkk. (2018), Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif ataupun kuantitatif suatu senyawa. Analisis kuantitatif dengan mengidentifikasi spektra yang dihasilkan. Sedangkan analisis kualitatif dengan membuat kurva hubungan linear antara absorbansi dan konsentrasi (ppm).

Komponen-komponen pokok dari Spektrofotometer meliputi: (1) sumber tenaga radiasi yang stabil, (2) sistem yang terdiri atas lensa-lensa, cermin, celah-celah dan lain-lain, (3) monokromator untuk mengubah radiasi menjadi komponen-komponen panjang gelombang tunggal, (4) tempat cuplikan yang transparan, (5) detektor radiasi yang dihubungkan dengan sistem meter atau pencatat.

Proses terjadinya absorban di cahaya pada Spektrofotometer mengacu pada Hukum Lambert Beer yaitu ketika cahaya monokromatis mengenai suatu media (larutan) maka sebagian cahaya tersebut akan diserap, sebagian akan dipantulkan, dan sebagian diteruskan. Penyerapan radiasi ultraviolet atau sinar tampak tergantung pada mudahnya transisi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk transisi elektron, akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul-molekul yang memerlukan energi lebih sedikit akan menyerap panjang gelombang lebih panjang. Makin mudah elektron-elektron bereksitasi makin besar panjang gelombang yang diabsorpsi, makin banyak elektron yang bereksitasi makin tinggi absorban, eksitasi elektron sendiri disebut transisi elektron (Suhartati, 2017).

Spektrofotometer UV-Vis pada penelitian ini digunakan untuk melakukan identifikasi kandungan perak dalam larutan. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Nguyen, dkk. (2019), hasil sintesis pada panjang gelombang 400 – 450 nm merupakan nanopartikel perak pada analisis Spektrofotometer UV-Vis. Bentuk dari Spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada gambar II.5:



**Gambar II. 6** Spektrofotometer UV-Vis

Sumber: <https://farmasiindustri.com/cpob/kualifikasi-kinerja-Spektrofotometer-uvvis.html>

### II.6.2 Pendekatan Model Polinomial

Regresi adalah suatu metode analisis statistik yang digunakan untuk melihat pengaruh antara dua atau lebih variabel. Hubungan variabel tersebut bersifat fungsional yang diwujudkan dalam suatu model matematis. Pada analisis Regresi, terbagi menjadi beberapa jenis yakni Regresi Sederhana (Linier Sederhana dan Nonlinier Sederhana) dan Regresi Berganda atau Nonlinier Berganda. Tujuan

utama dalam penggunaan analisis ini adalah untuk meramalkan nilai dari suatu variabel dalam hubungannya dengan variabel lainnya yang dapat diketahui melalui persamaan. Analisis ini juga dapat digunakan untuk mengetahui proses yang paling optimal.

Menurut Biswas, dkk (2016), penggunaan model polinomial dengan orde yang lebih tinggi menghasilkan kecocokan pada kurva dan memberikan akurasi yang lebih baik. Fungsi pendekatan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n + \varepsilon \quad \dots(1)$$

Keterangan:

y = variabel terikat

x = variabel bebas

$b_0$  = intersep

$b_1, b_2, \dots, b_n$  = koefisien regresi/slop

$\varepsilon$  = faktor pengganggu yang tidak dapat dijelaskan oleh model regresi

Koefisien determinasi (*R square* atau R kuadrat) bermakna sebagai sumbangan pengaruh yang diberikan variabel bebas atau variabel independen (x) terhadap variabel terikat atau variabel independen (y), atau dengan kata lain, nilai koefisien determinasi berguna untuk memprediksi dan melihat seberapa besar kontribusi pengaruh yang diberikan variabel x secara simultan (bersama-sama) terhadap variabel y. Koefisien determinasi dilambangkan dengan  $R^2$ .

Besarnya nilai koefisien determinasi umumnya berkisar antara 0 – 1. Namun, jika dalam sebuah penelitian koefisien determinasi bernilai minus, maka dapat dikatakan bahwa tidak terdapat pengaruh variabel x terhadap variabel y. Semakin kecil nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), maka pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat semakin lemah. Sebaliknya jika nilai  $R^2$  semakin mendekati 1, maka pengaruh tersebut semakin kuat (Suharmi, 2018).

## Bab III Metode

### III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Makromolekul Pusat Penelitian Kimia – LIPI, Serpong. Penelitian dimulai pada bulan Januari 2020 sampai dengan bulan Februari 2020. Pengolahan dan penyusunan data dilakukan pada bulan Maret sampai dengan bulan September 2020.

### III.2 Alat dan Bahan

#### III.1.1 Alat

1. *Hot plate*
2. *Magnetic stirrer*
3. Neraca analitik
4. Pipet tetes
5. Pipet Mohr
6. Labu leher tiga
7. Gelas ukur
8. *Autoclave*
9. Spatula
10. Alat-alat gelas lainnya
11. Spektrofotometer UV-Vis

#### III.2.1 Bahan

1. Bubuk perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ )
2. Polivinil Alkohol (PVA)
3. Etilen Glikol ( $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ )
4. Akuades

### III.3 Variabel

Terdapat dua kategori variabel yang mempengaruhi sintesis NPP, yaitu variabel tetap dan variabel bebas.

#### III.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah suatu variabel yang tidak berubah selama penelitian ini berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian ini, yaitu:

1. Suhu *hot plate* : 250°C
2. Suhu larutan : 90°C
3. Konsentrasi PVA : 1 %
4. Konsentrasi umpan AgNO<sub>3</sub> : 250 ppm

#### III.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang divariasikan selama penelitian ini berlangsung, bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing variabel dan mendapatkan nanopartikel perak (NPP) terbaik. Variabel bebas yang digunakan yaitu:

1. Rasio mol Ag<sup>+</sup> : EG : 1:50, 1:20 dan 1:10

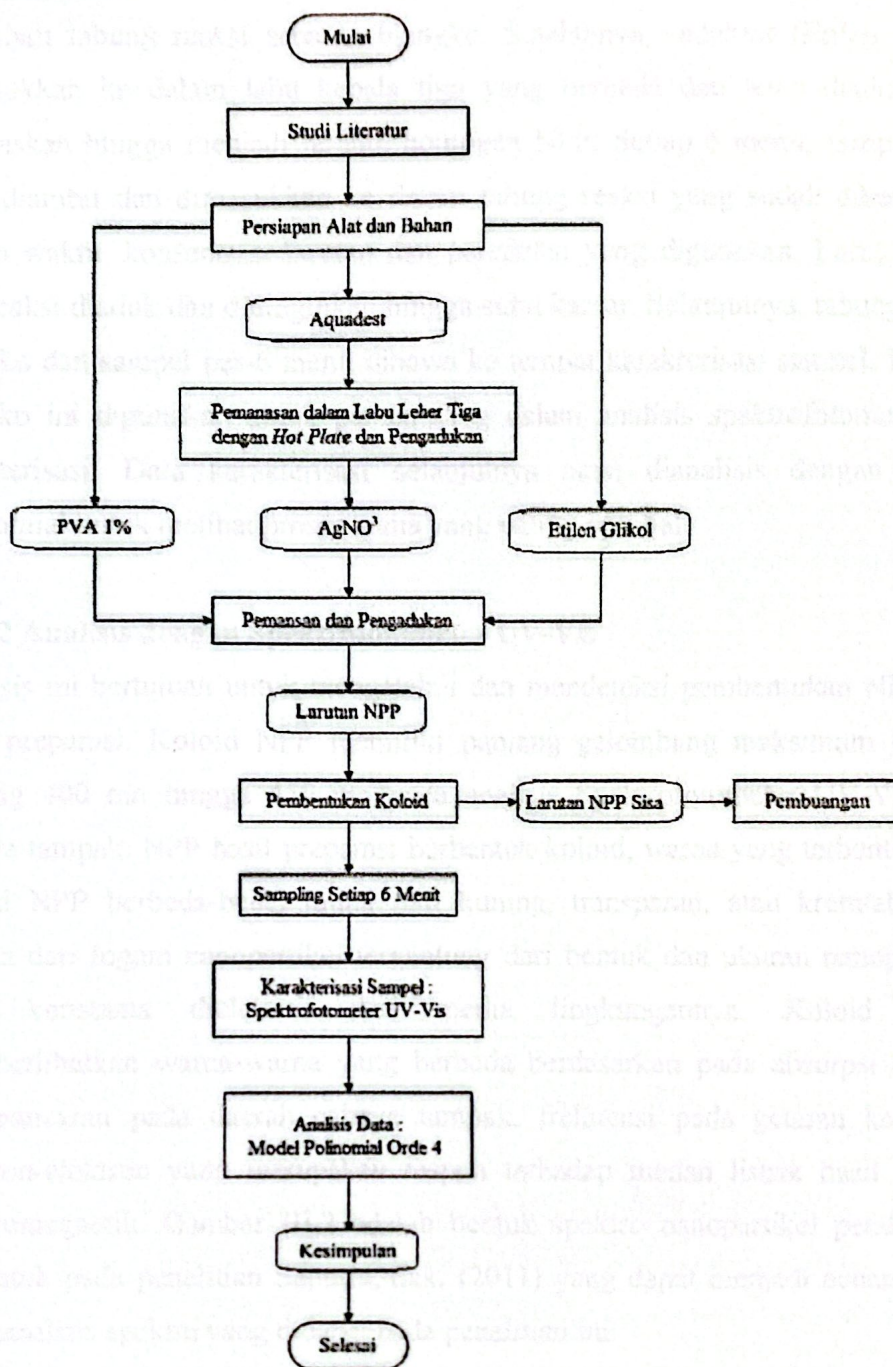
### III.4 Prosedur

Prosedur penelitian digunakan untuk menyelesaikan pengambilan data untuk mendapatkan hasil yang diharapkan, maka dilakukan beberapa tahapan proses. Proses pembuatan NPP menggunakan metode reduksi dimulai dari studi literatur, sintesis NPP hingga sampai pada tahapan terakhir adalah analisis dan pengujian absorben.

#### III.4.1 Prosedur Sintesis Nanopartikel Perak

Reduksi perak nitrat menjadi NPP menggunakan bahan perak nitrat (AgNO<sub>3</sub>) dan pereduksi atau reduktor berupa Etilen Glikol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>) pro analisa tanpa pemurnian lebih lanjut. Penentuan banyaknya pereduksi dilakukan dengan menggunakan variasi mol perak nitrat berbanding dengan mol pereduksi, yaitu 1:50, 1:20 dan 1:10, sedangkan untuk menentukan banyaknya perak nitrat dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi larutan umpan AgNO<sub>3</sub> yang digunakan, yaitu 1,5×10<sup>-3</sup> M untuk 250 ppm. Stabilisator yang digunakan adalah PVA 1% yang dalam penggunaannya sesuai dengan konsentrasi larutan yang

digunakan, yaitu 5 mL untuk 250 ppm. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar III.1 berikut ini.



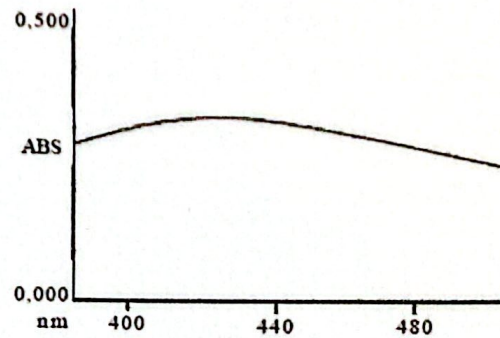
**Gambar III. 1** Prosedur Penelitian

Tahap awal yang dilakukan adalah mereduksi AgNO<sub>3</sub> dengan cara menuangkan stabilisator PVA 1% ke dalam labu leher tiga berisi akuades yang sudah dipanaskan pada suhu 90°C. Gunakan *timer* untuk menghitung waktu proses

selama 1 jam. Kemudian  $\text{AgNO}_3$  dimasukkan pada menit ke-5 setelah stabilisator dimasukkan. Setelah 5 menit, larutan diambil sekitar 10 – 15 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebagai blangko. Setelahnya, reduktor (Etilen Glikol) dimasukkan ke dalam labu kepala tiga yang berbeda dan tetap diaduk serta dipanaskan hingga menjadi larutan homogen NPP. Setiap 6 menit, sampel NPP akan diambil dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah diberi label urutan waktu, konsentrasi larutan dan pereduksi yang digunakan. Larutan NPP sisa reaksi diaduk dan didinginkan hingga suhu kamar. Selanjutnya, tabung reaksi blangko dan sampel per-6 menit dibawa ke tempat karakterisasi sampel. Larutan blangko ini digunakan untuk pembandingan dalam analisis spektrofotometri saat karakterisasi. Data karakterisasi selanjutnya akan dianalisis dengan model polinomial untuk melihat proses mana yang paling optimal.

#### **III.4.2 Analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis**

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeteksi pembentukan NPP dari hasil preparasi. Koloid NPP memiliki panjang gelombang maksimum dengan rentang 400 nm hingga 450 nm pada analisis Spektrofotometer UV-Vis atau cahaya tampak. NPP hasil preparasi berbentuk koloid, warna yang terbentuk dari koloid NPP berbeda-beda, mulai dari kuning, transparan, atau krem/abu-abu. Warna dari logam nanopartikel tergantung dari bentuk dan ukuran nanopartikel serta konstanta dielektrik dari media lingkungannya. Koloid perak memperlihatkan warna-warna yang berbeda berdasarkan pada absorpsi cahaya dan pancaran pada daerah cahaya tampak, frekuensi pada getaran konduksi elektron-elektron yang merupakan respon terhadap medan listrik hasil radiasi elektromagnetik. Gambar III.2 adalah bentuk spektrum nanopartikel perak yang terbentuk pada penelitian Saputra, dkk. (2011) yang dapat menjadi acuan untuk menganalisis spektra yang didapat pada penelitian ini:



**Gambar III. 2** Hasil Spektrofotometer UV-Vis  
 Sumber: Saputra, dkk. (2011)

Pada gambar III.2 terdapat lengkungan yang menunjukkan adanya puncak serapan di sekitar panjang gelombang 400 nm hingga 450 nm. Pada gambar sudah terlihat bahwa nanopartikel perak terbentuk karena puncak serapan ada pada rentang panjang gelombang untuk nanopartikel perak.

#### III.4.3 Analisis dengan Pendekatan Model Polinomial

Data hasil dari Spektrofotometer UV-Vis kemudian diolah menggunakan analisis regresi polinomial dengan tujuan untuk menentukan proses sintesis yang paling optimal dengan melihat nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mendekati angka 1. Analisis data dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Ms. Excel dengan langkah-langkah sebagai berikut:

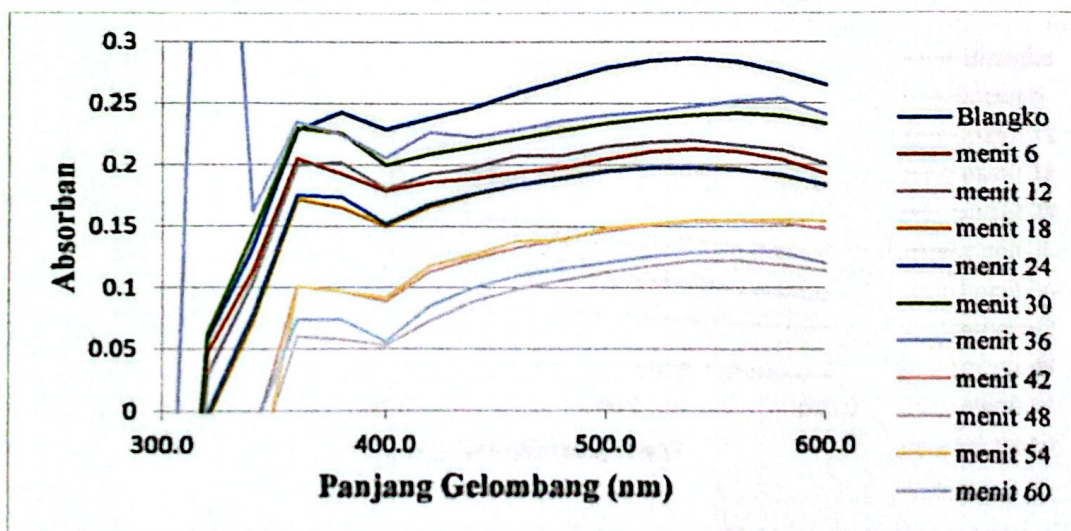
1. memasukkan data absorban dan panjang gelombang dalam tabel.
2. membuat kurva dengan sumbu x adalah panjang gelombang dan sumbu y adalah absorban.
3. membuat *trendline* polinomial dengan menyesuaikan orde dengan garis kurva dan centang kotak rumus persamaan dan nilai koefisien determinan.
4. menentukan nilai a (awal waktu proses), b (akhir waktu proses), n (jumlah data) dan h (nilai simpangan).
5. membuat tabel x dan y dengan x adalah sampel ditambah nilai a dikali nilai h, sedangkan y adalah hasil dari perhitungan persamaan polinomial.
6. membuat tabel koefisien determinan dari proses 1, 2 dan 3, kemudian mencari nilai tertinggi dari ketiga proses tersebut.
7. pembahasan dan pengambilan kesimpulan.

## BAB IV Hasil dan Pembahasan

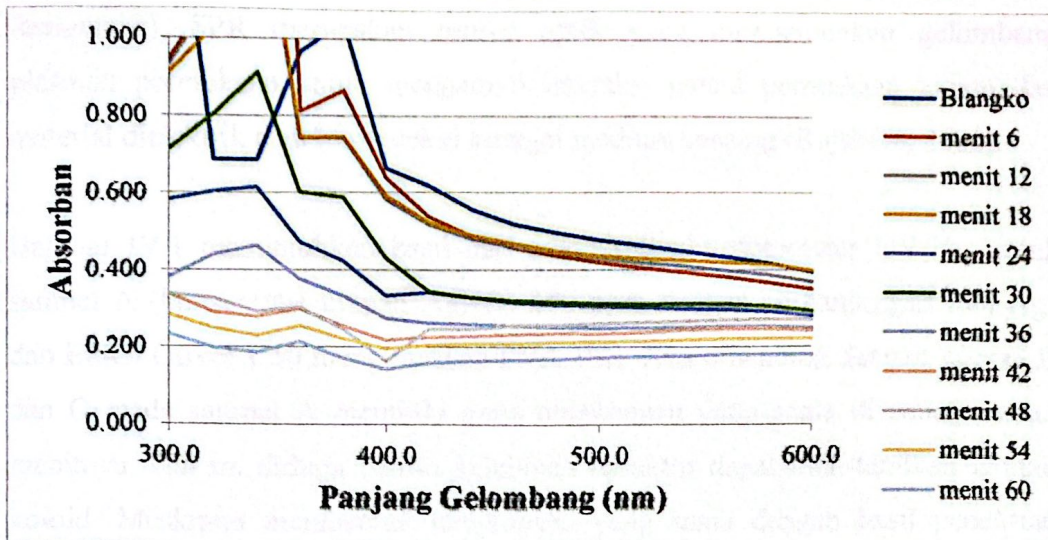
### IV.1 Analisis Nanopartikel Perak dengan Spektrofotometer UV-Vis

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeteksi pembentukan nanopartikel perak dari hasil preparasi. Pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada koloid nanopartikel perak dilakukan pada rentang panjang gelombang 300 nm – 600 nm dan menghasilkan keluaran berupa panjang gelombang dan absorbansi serta kurva hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang.

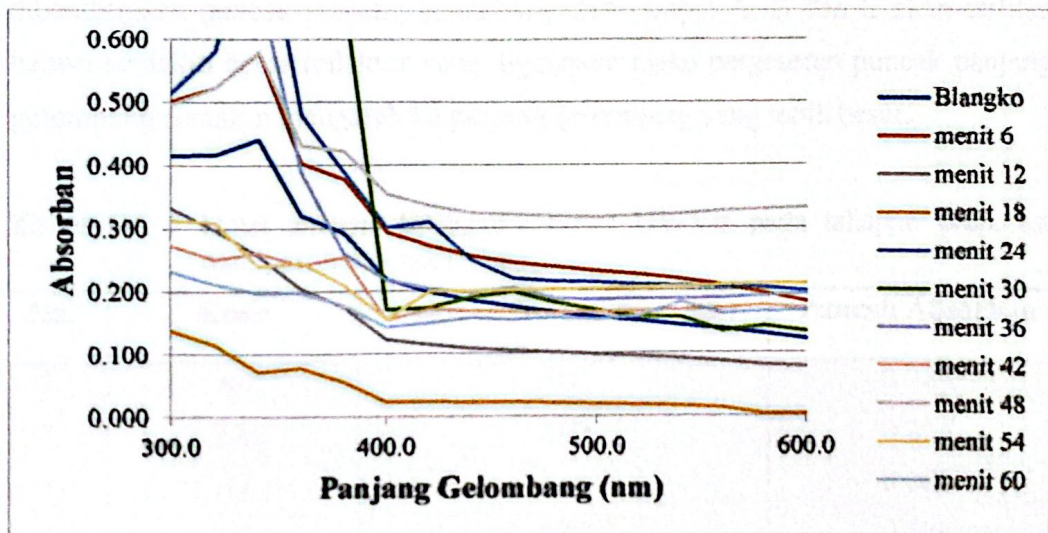
Pengukuran spektrum serapan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis juga dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan nanopartikel perak hasil sintesis berdasarkan fungsi waktu. Kestabilan larutan koloid nanopartikel perak dapat diketahui dari terjadinya perubahan puncak serapannya (Wahyudi, 2011).



**Gambar IV. 1** Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel A (konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  250 ppm dengan perbandingan mol  $\text{Ag}^+$  dan Etilen Glikol 1:50 menggunakan PVA 1% dengan waktu sampling setiap 6 menit)



**Gambar IV. 2** Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel B (konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  250 ppm dengan perbandingan mol  $\text{Ag}^+$  dan Etilen Glikol 1:20 menggunakan PVA 1% dengan waktu sampling setiap 6 menit)



**Gambar IV. 3** Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel C (konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  250 ppm dengan perbandingan mol  $\text{Ag}^+$  dan Etilen Glikol 1:10 menggunakan PVA 1% dengan waktu sampling setiap 6 menit)

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Apriandanu, dkk. (2013), Oktaviani, dkk. (2015) dan Nguyen, dkk. (2019), hasil sintesis pada panjang gelombang 400 – 450 nm merupakan nanopartikel perak. Menurut Saputra, dkk. (2011), plasmon untuk nanopartikel perak ada di sekitar 450 nm pada analisis Spektrofotometer UV-Vis, namun untuk menentukan plasmon tersebut harus dilanjutkan ke studi berikutnya yaitu studi kimia kuantum menggunakan SPR (*Surface Plasmon*

*Resonance*). SPR merupakan sensor optik yang memanfaatkan gelombang plasmon permukaan untuk mengamati interaksi antara permukaan logam dan material dielektrik atau biomolekul sebagai medium sensing (Rajabiah, 2016).

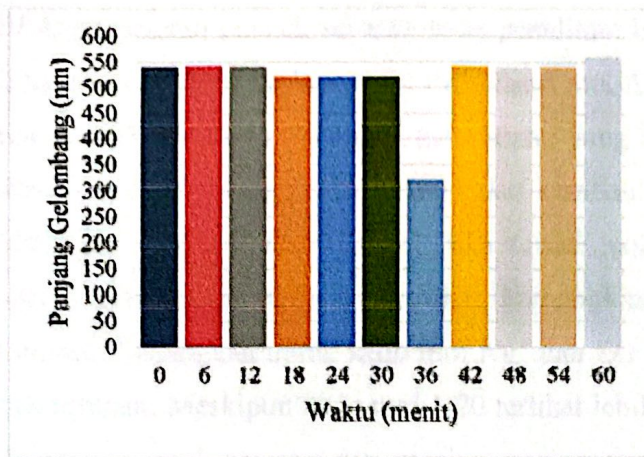
Gambar IV.1 menunjukkan hasil dari analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk sampel A (konsentrasi umpan  $\text{AgNO}_3$  250 ppm dengan perbandingan mol  $\text{Ag}^+$  dan Etilen Glikol 1:50 menggunakan PVA 1%). Jika dibanding dengan sampel B dan C, pada sampel A memiliki garis lengkungan yang sama di setiap satuan menitnya. Hal ini diduga bahwa kelebihan reduktor dapat menstabilkan larutan koloid. Meskipun membentuk lengkungan yang sama dengan hasil penelitian Saputra, dkk. (2011), sampel A memiliki puncak serapan tidak berada pada rentang 400 – 450 nm, namun di sekitar 550 nm dan untuk sampel B serta C belum mencapai rentang puncak panjang gelombang untuk NPP. Kemudian, jika dibandingkan puncak panjang gelombang dari sampel A, B dan C akan terlihat bahwa semakin besar reduktor yang digunakan maka pergeseran puncak panjang gelombang semakin mengarah ke panjang gelombang yang lebih besar.

**Tabel IV. 1** Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis pada tahapan preparasi nanopartikel perak (NPP)

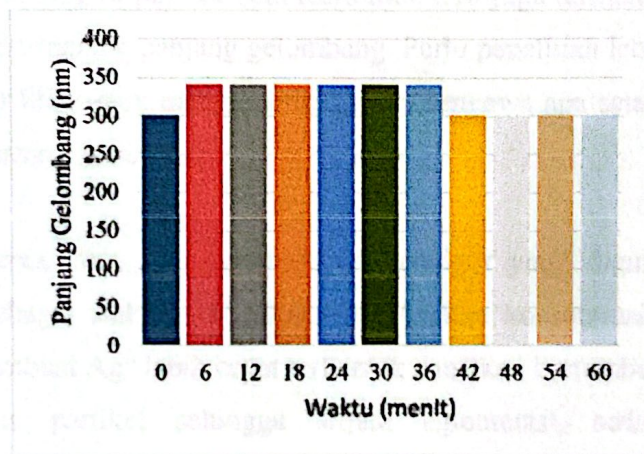
No.	Kode	Panjang Gelombang (nm)	Puncak Absorban
1.	A0	540	0.287
2.	A1	540	0.213
3.	A2	540	0.200
4.	A3	520	0.198
5.	A4	520	0.198
6.	A5	520	0.242
7.	A6	320	0.719
8.	A7	540	0.154
9.	A8	540	0.122
10.	A9	540	0.155
11.	A10	560	0.130
12.	B0	300	1.556
13.	B1	340	3.101

14.	B2	340	1.412
15.	B3	340	1.444
16.	B4	340	0.615
17.	B5	340	0.913
18.	B6	340	0.463
19.	B7	300	0.337
20.	B8	300	0.338
21.	B9	300	0.284
22.	B10	300	0.233
23.	C0	340	0.441
24.	C1	340	0.579
25.	C2	300	0.333
26.	C3	300	0.138
27.	C4	340	0.838
28.	C5	360	0.674
29.	C6	300	0.949
30.	C7	300	0.274
31.	C8	340	0.580
32.	C9	300	0.313
33.	C10	300	0.233

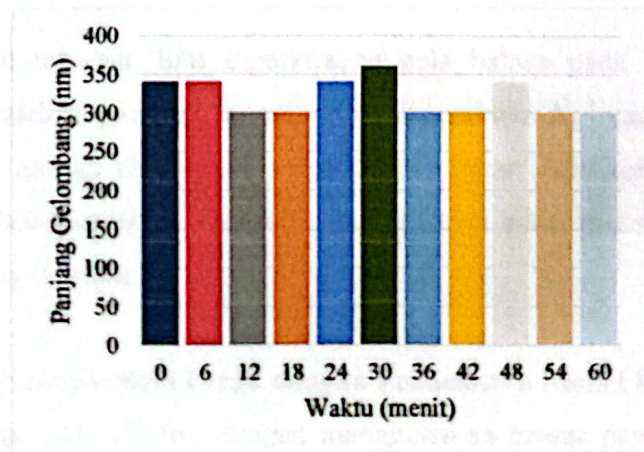
Tabel IV.1 menunjukkan hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis untuk setiap sampel. Pada tabel tersebut terlihat bahwa seluruh sampel belum membentuk NPP yang sempurna dan optimal. Hal ini kemungkinan terjadi karena konsentrasi umpan yang digunakan lebih besar dibandingkan yang digunakan oleh penelitian Apriandanu, dkk. (2013) dan Oktaviani, dkk. (2015) serta konsentrasi PVA yang digunakan lebih kecil dibandingkan yang digunakan oleh penelitian Apriandanu, dkk. (2013) dan Oktaviani, dkk. (2015) untuk menghasilkan koloid yang stabil dan optimal. Seluruh sampel menunjukkan penurunan puncak absorbansi dan belum stabil. Hal ini diperkirakan karena intensitas pembentukan nanopartikel perak menurun.



(A)



(B)



(C)

**Gambar IV.4** Pergeseran puncak serapan dalam waktu 60 menit. (A)  $\text{Ag}^+ : \text{EG} = 1:50$ ; (B)  $\text{Ag}^+ : \text{EG} = 1:20$ ; (C)  $\text{Ag}^+ : \text{EG} = 1:10$

Pada Gambar IV.4, pergeseran puncak serapan pada penelitian ini terlihat belum semuanya stabil sepanjang proses berlangsung. Pada rasio mol  $\text{Ag}^+$  dan EG 1:50, terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar pada menit ke-42, kemudian stabil hingga menit ke-54 dan kembali membesar pada menit ke-60. Menurut Wahyudi, dkk. (2011), jika terjadi pergeseran puncak serapan ke panjang gelombang yang lebih besar kemungkinan koloid telah mengalami aglomerasi. Sedangkan untuk rasio mol  $\text{Ag}^+$  dan EG 1:20 mengalami penurunan puncak serapan. Meskipun rasio mol 1:20 terlihat lebih stabil di antara dua rasio mol lainnya, puncak serapan dari masing-masing sampel 1:20 belum memasuki rentang panjang gelombang 400 – 450 nm untuk mengidentifikasi keberadaan NPP. Begitu pula dengan rasio mol 1:10 juga terlihat tidak stabil dan belum memasuki rentang panjang gelombang. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi senyawa apa saja yang terbentuk pada masing-masing rasio mol.

Menurut Ariyanta, dkk. (2014), meskipun reduktor yang digunakan memiliki kemampuan sebagai stabilisator, jika menggunakan konsentrasi reduktor lebih tinggi akan membuat  $\text{Ag}^0$  lebih cepat terbentuk dan akan bertumbukan lebih hebat dengan sesama partikel sehingga terjadi aglomerasi, sedangkan dengan konsentrasi yang lebih kecil membutuhkan waktu yang lama untuk menstabilkan NPP yang terbentuk.

Dari penjelasan tersebut, bisa diperkirakan pula bahwa pada rasio mol 1:50 kemungkinan telah terjadi aglomerasi karena banyaknya  $\text{Ag}^0$  yang bertumbukan satu sama lain hingga ukurannya menjadi lebih besar. Ada kemungkinan juga konsentrasi stabilisator yang digunakan kurang tinggi untuk menstabilkan larutan koloid NPP yang dihasilkan.

#### **IV.2. Analisis Nanopartikel Perak dengan Pendekatan Model Polinomial**

Menurut Biswas, dkk. (2016), dengan menggunakan proses pencocokan kurva, kita dapat membuat kurva pemasangan yang tepat dimana titik datanya dapat dibangun menggunakan fungsi matematika yang dikenal juga sebagai fungsi

*smooth*. Analisa pada penelitian ini menggunakan pendekatan model polinomial orde 4.

Alasan penggunaan polinomial dengan orde 4 karena terdapat lebih dari satu puncak yang terbentuk pada kurva antara absorban dan panjang gelombang. Analisis ini bertujuan untuk menentukan variasi mol yang menghasilkan NPP paling optimal dengan melihat nilai koefisien determinan yang mendekati angka 1. Nilai koefisien determinan paling tinggi dari setiap variasi juga dapat memberikan waktu efektif dari reaksi. Berikut adalah nilai koefisien determinan dari analisa regresi dengan pendekatan model polinomial orde 4 menggunakan *software Ms. Excel*:

**Tabel IV. 2** Tabel Koefisien Determinan

No.	Sampel	Waktu (menit)	Nilai R <sup>2</sup> pada berbagai rasio mol (Ag <sup>+</sup> : EG)		
			1:50	1:20	1:10
1.	0	0	0.9413	0.7153	0.9666
2.	1	6	0.9208	0.5255	0.9424
3.	2	12	0.9279	0.8398	0.9899
4.	3	18	0.9303	0.8082	0.9722
5.	4	24	0.9396	0.9469	0.8402
6.	5	30	0.9313	0.9277	0.8827
7.	6	36	0.2741	0.9170	0.9684
8.	7	42	0.9442	0.8680	0.8640
9.	8	48	0.9453	0.9453	0.9083
10.	9	54	0.9406	0.8271	0.8578
11.	10	60	0.9432	0.7329	0.8969
Koefisien Determinan Tertinggi (R <sup>2</sup> )			0.9453	0.9469	0.9899

Pada Tabel IV.2 tersebut, terlihat bahwa nilai R<sup>2</sup> untuk seluruh sampel dari rasio mol 1:50 cukup stabil karena hampir seluruhnya memiliki nilai R<sup>2</sup> yang mendekati 1, namun ada penurunan yang sangat jauh di sampel ke-6 dan kembali naik pada sampel ke-7. Kemungkinan hal tersebut terjadi karena aglomerasi. Melihat kondisi tersebut, larutan koloid yang membentuk NPP dengan hasil maksimal belum terlihat.

Kemudian, nilai  $R^2$  tertinggi dari masing-masing variasi dapat memperlihatkan waktu efektif reaksi dalam proses sintesis nanopartikel perak. Nilai  $R^2$  untuk rasio 1:50 adalah 0.9453 pada menit ke-48, nilai  $R^2$  untuk rasio 1:20 adalah 0.9469 pada menit ke-24, dan Nilai  $R^2$  untuk rasio 1:10 adalah 0.9899 pada menit ke-12. Perlu adanya studi lebih lanjut menggunakan PSA untuk melihat apakah pada menit tersebut sudah terbentuk ukuran nanopartikel atau belum, begitu juga dengan sampel-sampel yang lain.

Melihat dari keseluruhan hasil analisa, larutan koloid pada penelitian ini belum mencapai hasil yang optimal. Ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi sehingga NPP optimal belum didapatkan, seperti penggunaan konsentrasi stabilisator PVA yang kurang tinggi sedangkan konsentrasi perak nitrat yang digunakan lebih tinggi. Diduga pada rasio mol 1:50,  $Ag^0$  yang telah terbentuk kemungkinan terus bertabrakan satu sama lain dan terjadilah peristiwa aglomerasi, sedangkan PVA yang seharusnya dapat mencegah aglomerasi tidak cukup kuat untuk menstabilkan  $Ag^0$  yang terbentuk.

Kemudian, dilihat dari posisi puncak serapan pada masing-masing rasio yang didapat berada pada panjang gelombang yang berbeda namun dapat dipastikan bahwa semakin banyak mol reduktor yang digunakan, maka puncak serapannya semakin berada di panjang gelombang yang lebih besar. Hasil puncak serapan dari 1:20 dan 1:50 terlihat perbedaan yang cukup jauh yaitu dari panjang gelombang 300 – 340 nm dan 520 – 560 nm. Panjang gelombang rasio mol 1:20 yang dihasilkan lebih stabil dibandingkan dua rasio mol lainnya dan nilai  $R^2$  pada rasio mol 1:50 lebih stabil dibandingkan dua rasio mol lainnya. Dari perbandingan tersebut, ada kemungkinan besar bahwa NPP akan terbentuk dan dapat menghasilkan NPP optimal pada rentang rasio mol antara 1:20 dan 1:50.

Mengingat hal tersebut di atas, untuk studi berikutnya perlu dilakukan penelitian yang sama dengan menggunakan konsentrasi PVA yang lebih tinggi. Selain itu dengan menggunakan konsentrasi PVA yang sama, dilakukan pengujian dengan memvariasikan mol  $Ag^+$  : EG pada rentang antara 1:20 dan 1:50. Kemudian

diharapkan dapat menganalisa rumus fungsi dari kurva menggunakan pendekatan metode polinomial. Rumus fungsi  $y$  tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai absorban paling optimum pada reaksi dengan bantuan nilai simpangan sederhana. Berikut rumus nilai simpangan sederhana:

$$h = (b - a) \div n \quad \dots(2)$$

dengan,  $h$  = nilai simpangan sederhana,

$a$  = waktu awal proses,

$b$  = waktu akhir proses, dan

$n$  = banyaknya data

Keseluruhan kurva dan rumus fungsi dicantumkan pada LAMPIRAN B dan contoh perhitungan pada LAMPIRAN C.

## BAB V Kesimpulan dan Saran

### V.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini, ada beberapa yang dapat disimpulkan.

1. Hasil analisis Spektrofotometer UV-Vis,
  - a. rasio mol 1:50 pada setiap sampel membentuk lengkungan yang sama pada panjang gelombang 500 – 600 nm, hal ini membuktikan semakin banyak reduktor yang digunakan larutan koloid NPP juga lebih stabil,
  - b. seluruh variasi tidak memiliki puncak serapan yang berada pada rentang panjang gelombang 400 – 450 nm untuk mengidentifikasi keberadaan NPP,
  - c. semakin besar mol reduktor yang digunakan, semakin besar panjang gelombang pada puncak serapan,
  - d. puncak absorban yang menurun menandakan intensitas pembentukan NPP juga menurun.
2. Pada hasil analisis dengan pendekatan model polinomial orde 4,
  - a. kondisi optimum belum terlihat, namun kemungkinan besar kondisi optimum yang menghasilkan koloid NPP pada panjang gelombang 400 – 450 nm ada pada rentang rasio mol  $\text{Ag}^+$  : EG antara 1:20 dan 1:50.
  - b. koefisien determinan ( $R^2$ ) yang diberikan oleh rasio mol 1:50 cukup stabil karena hampir semua sampel memiliki nilai  $R^2$  hampir mendekati 1,
  - c. nilai  $R^2$  yang mendekati 1 dapat menjadi acuan untuk menentukan waktu efektif reaksi dalam proses pembentukan NPP.

### V.2 Saran

Hal-hal berikut ini dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya.

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk rentang rasio mol antara 1:20 dan 1:50 untuk melihat apakah NPP sudah terbentuk pada rasio mol tersebut.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk penggunaan pendekatan model polinomial pada rentang rasio mol antara 1:20 dan 1:50 untuk melihat kondisi optimumnya serta waktu efektif reaksi dalam proses pembentukan NPP dan pengujian dengan memvariasikan konsentrasi PVA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. dan Khairurijal. (2010): *Karakterisasi Nanomaterial: Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV. Rezeki Putera Bandung.
- Abdullah, Mikrajuddin. (2008): *Pengantar Nanosains*. FMIPA, ITB: Bandung.
- Amiruddin, M.A. dan Titik Taufikurrohmah. (2013): Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas menggunakan matriks Bentonit sebagai Material Peredam Radikal bebas dalam Kosmetik, *Journal of Chemistry*, 2(1), 68 – 75.
- Apriandanu, D.O.B, Wahyuni, S., Hadisaputro, S., Harjono. (2013): Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Metode Poliol Dengan Agen Stabilisator Polivinil Alkohol (PVA). Semarang: Jurnal MIPA Universitas Negeri Semarang.
- Ariyanta, H.A., Wahyuni, S., dan Priatmono, S. (2014): Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya sebagai Antibakteri Penyebab Infeksi, *J Chem Sci*, 3(1), 1 – 6.
- Bakir. (2011): Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Menggunakan Rebusan Daun Bisbul (*Diospyros blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga (II) dengan Metode Kolorimetri. Skripsi. Jakarta: FMIPA UI.
- Biswas, S., Ghoshal, D., dan Hazra, R. (2016): *A New Algorithm of Image Segmentation Using Curve Fitting Based Higher Polynomial Smoothing*, *Optik*, 127, 8916 – 8925.
- Dewandaru, W.S.B. (2012): *Aplikasi Nanosains dalam Bidang Kehidupan Nanoteknologi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Duncan, P.W., Weiner, D.K., dan Chadler, J. (2011): *Functional reach: A New Clinical Measure of Balance*, *J Gerontol*.
- Farma Industri. (tahun tidak diketahui): Kualifikasi Kinerja Spektrofotometer UV-Vis. Data diperoleh dari situs internet: <https://farmasiindustri.com/cpob/kualifikasi-kinerja-Spektrofotometer-uvvis.html>. Diunduh pada 16 September 2020.
- Fernandez, Benny. (2011): *Makalah Sintesis Nanopartikel Perak*. Padang: FMIPA Universitas Andalas.
- Guzman, M.G, Jean, D., dan Stephan, G. (2009): *Synthesis of silver nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity*. *Inter J Chem Biomol Eng*, 2, 3.
- Hamidu, L., Ahmad, A.R., dan Najib, A. (2018): *Qualitative and Quantitative Test of Total Flabonoid Buni Fruit (Antidesma bunius (L.) Spreng) with UV-Vis Spectrophotometry*. *Pharmacogn J*, 10(1), 60 – 63.
- Ikka, Atonis (2014): *Makalah Nanoteknologi*. Diakses dari [www.blogterbaru.blogspot.com](http://www.blogterbaru.blogspot.com) pada 1 Desember 2019.

- Korbekandi, H. dan S. Irvandi. (2012): *Silver Nanoparticles, The Delivery of Nanoparticles*. Editor A. A. Hashim. InTech.
- Lalena, J.N., D.A. Cleary, E.E. Carpenter, dan N.F. Dean. (2008): *Inorganic Material Synthesis and Fabrication*. Hoboken: John Willey & Sons, Inc. 211 – 230.
- Malita, S., Maksum, M. dan Santoso, E. (2015): Pengaruh Komposisi Terhadap Perilaku Membran Komposit PVA/Kitosan/Grafen Oksida yang Terikat Silang Asam Sulfat. *Jurnal Sains dan Seni*, 4(2), 2337 – 3520.
- Montazer, M., Hajimirzababa, H., Rahimi, M.K. dan Alibakhshi, S. (2012): *Durable Anti-Bacterial Nylon Carpet Using Colloidal Nanosilver*. *Fiber and Textile in Eastern Europe*, 20, 4(93), 96 – 101.
- Nguyen, Phung A., Phan, Ngo M.Q., Duong, Trong V., Luong, Thi C.V., Duong, Nhat L., Nguyen, Van M., Vuong, Phu T. dan Nguyen Tri. (2016): *Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Arachis Pinyoi Extract and Its Antibacterial Activity*. *J Biochem Tech*, (4), 16 – 25.
- Ogur, E. (2005): *Polyvinyl Alcohol: Materials, Processing and Applications*, Spingter, 6, 12, ISSN: 0809 – 3144.
- Oktaviani, D.T., Danang dan Aziz. (2015): Sintesis Nano Ag dengan Metode Reduksi Kimia. *Jurnal. Semarang. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang*.
- Oldenburg. (2011): *Silver Nanoparticles Properties and Applications*. USA: Sigma-Adrich.
- Paryati. (2016): Pengaruh Konsentrasi Larutan Nanopartikel Perak Terhadap Porositas dan Kuat Tekan Batu Bata Ringan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Perwitasari, F.L.R, Aminatun dan S. Sumarsih. (2012): Karakterisasi *In Vitro* dan *In Vivo* Komposit Alginat – Polivinil Alkohol – ZnO Nano Sebagai *Wound Dressing* Antibakteri. Universitas Airlangga.
- Ponsanti, K., Tangnorawich, B., Ngernyuang, N. dan Pechyen C. (2020): *A flower shape-green synthesis and characterization of silver nanoparticles (AgNPs) with different starch as a reducing agent*, *J Mater Res Technol*, 9(xx), 11003 – 11012.
- Qurtubi, Nafis. (2017): Pengaruh Penambahan Etilen Glikol, Suhu Pemanasan dan Waktu Pemanasan Terhadap Nilai Resistensi pola Konduktif. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rajabiah, N. (2016): *Surface Plasmon Resonance (SPR) Phenomenon of the Oxidizing and Reducing Polypyrrole*. *TURBO*, 5, 2 p-ISSN: 2301 – 6663, e-ISSN: 2477 – 250X.
- Saputra, A.H., Laksmono, J.A. dan Haryono, A. (2011): Preparasi Koloid Nanosilver dengan Berbagai Jenis Reduktor sebagai Bahan Anti Bakteri. *Indonesian Journal of Materials Science*, 3(12), 202 – 208.

- Subagio, Agus. (2011): *Nanosilver Antibacterial* Produk Unggulan Berbasis Nanoteknologi. <http://ademaesyaputra.wordpress.com/2011/10/21/157> diakses pada tanggal 1 Desember 2019.
- Suharmi, Irwan. (2018): Analisis Pengaruh Produk Domestik Regional bruto (PDRB) Sektor Pertanian terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten Aceh Selatan. Aceh: Universitas Teuku Umar.
- Suhartati, Tiati. (2017): Daasr-Dasar Spektrofotometer UV-Vis dan Spektrofototrimassa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik. Bandar Lampung: Aura.
- Wahyudi T, Doni S dan Qomarudin H. (2011): Sintesis nanopartikel perak dan uji aktivitasnya terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*. *Arena Tekstil*, 26, 55 – 60.
- Warastuti, Y., Budianto, E. dan Darmawan. (2012): Sintesis dan Karakterisasi Membran Komposit Hidroksiapatit Tulang Sapi-Khitosan-PoliVinil Alkohol Untuk Aplikasi Biomaterial, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 16, 2, 83 – 90.
- Wikipedia. (2020): Etilen Glikol. Data ini diperoleh dari situs internet: [https://id.wikipedia.org/wiki/Etilena\\_glikol](https://id.wikipedia.org/wiki/Etilena_glikol). Diunduh pada 9 September 2020.
- Wikimedia Commons. (2020): PVA. Data ini diperoleh dari situs internet: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pva.png>. Diunduh pada 25 Oktober 2020.
- Yanti, W. dan Melati, A. (2017): Kajian Pengaruh Material Graphene pada Kinerja Biosensor Berbasis *Surface Plasmon Resonance* (SPR) pada Deteksi Makanan Halal sebagai Pendukung Halal Research Center UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, *Indonesian Journal od Applied Physics*, 7, 1, 1.
- Zhao, T., Sun, R.S., Yu, S., Zhang, Z., Zhou, L., Huang, H. dan Du, R. (2010): *Size Controlled Preparation of Silver Nanoparticles by a Modified Polyol Method. Colloids Surf A: Physicochem Eng Aspects*, 366, 197 – 202.

# LAMPIRAN A. Deskripsi dan Gambar

Keterangan Gambar 1.1: 1. 100 ml

2. 100 ml

3. 100 ml

4. 100 ml

5. 100 ml

6. 100 ml

7. 100 ml

8. 100 ml

9. 100 ml

10. 100 ml

11. 100 ml

12. 100 ml

## LAMPIRAN

1. 100 ml

2. 100 ml

3. 100 ml

4. 100 ml

5. 100 ml

6. 100 ml

7. 100 ml

8. 100 ml

9. 100 ml

10. 100 ml

11. 100 ml

12. 100 ml

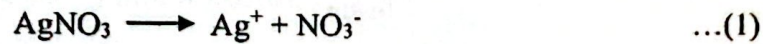
13. 100 ml

14. 100 ml

## LAMPIRAN A Perhitungan Volume Bahan

### Konsentrasi Larutan $\text{AgNO}_3$ 250 ppm

1 ppm = 1 mg/L, maka 250 ppm = 250  $\text{mg/L}$



#### 1. Mencari molar (M) $\text{AgNO}_3$

Diketahui:  $M_r \text{AgNO}_3 = 169.87 \text{ g/mol}$

$$\text{ppm} = M \times M_r \times 1000$$

$$M = \frac{\text{ppm}}{M_r \times 1000}$$

$$M = \frac{250 \text{ mg/L}}{169.87 \text{ g/mol} \times 1000 \text{ mg/g}}$$

$$M = 1.5 \times 10^{-3} \text{ M}$$

Dari perhitungan di atas, konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  dalam larutan umpan adalah  $1.5 \times 10^{-3} \text{ M}$ .

#### 2. Mencari mol (n) $\text{Ag}^+$

Diketahui: larutan  $\text{AgNO}_3$  yang digunakan sebanyak 250 mL

$$M = \frac{n}{V}$$

Keterangan: n = mol dan V = volume larutan

$$n = M \times V$$

$$n = (1.5 \times 10^{-3}) \text{ M} \times 250 \text{ mL}$$

$$n = 0.375 \text{ mmol}$$

$$n = 3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Pada reaksi kimia (1), terlihat bahwa  $\text{AgNO}_3$  menghasilkan  $\text{Ag}^+$  dan  $\text{NO}_3^-$  dengan nilai koefisien yang sama, yaitu 1. Perak nitrat bersifat asam dan diasumsikan sebagai asam kuat karena pada reaksi kimia (1) terurai sempurna atau terdispersi dengan baik dan bukan reaksi kesetimbangan. Maka, secara stoikiometri dapat disimpulkan dengan koefisien bahwa 1 mol  $\text{Ag}^+$  sama dengan 1 mol  $\text{AgNO}_3$  sama dengan  $3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$ .

#### 3. Mencari berat (gram) $\text{AgNO}_3$

Berat  $\text{AgNO}_3$  yang harus ditimbang dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Mol} = \frac{\text{massa (gram)}}{\text{Mr}}$$

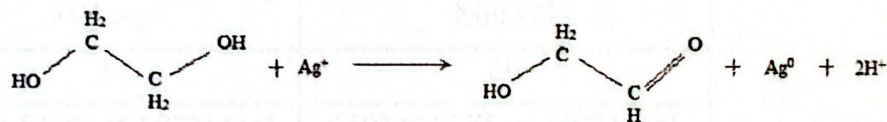
$$g = \text{mol} \times \text{Mr}$$

$$g = (3.75 \times 10^{-4}) \text{ mol} \times 169.87 \text{ g/mol}$$

$$g = 0.0637$$

#### 4. Mencari mol (n) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (Etilen Glikol)

Berdasarkan perkiraan mekanisme reaksi reduksi, reaksi kimia antara  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  dengan  $\text{Ag}^+$  dapat dituliskan sebagai berikut:



Penambahan  $2\text{H}^+$  pada reaksi tersebut karena untuk menyeimbangkan atom H. Pada ruas kanan terlihat kekurangan 2 atom H, maka ditambahkan 2 atom  $\text{H}^+$  pada ruas tersebut. Secara stoikiometri, mol  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  (EG) dapat dihitung dengan melihat koefisien dari  $\text{Ag}^+$  dan  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ . Keduanya memiliki nilai koefisien yang sama yaitu 1.

$$\text{mol EG} = \frac{1}{1} \times (3.75 \times 10^{-4}) \text{ mol}$$

$$\text{mol EG} = 3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Maka, mol Etilen Glikol adalah  $3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$ .

#### 5. Mencari mol (n) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (Etilen Glikol) berdasarkan rasio mol

Pada penelitian ini digunakan variasi rasio mol  $\text{Ag}^+ : \text{EG}$ , yaitu 1:50, 1:20 dan 1:10. Perhitungan dapat dijabarkan sebagai berikut.

##### a. Perbandingan 1:50

Mol $\text{Ag}^+$	Mol EG
1	50
$(1) \times (3.75 \times 10^{-4}) \text{ mol}$	$(50) \times (3.75 \times 10^{-4}) \text{ mol}$
$3.75 \times 10^{-4} \text{ mol}$	0.019 mol

Dari perhitungan di atas, didapat mol EG adalah 0.019 mol.

b. Perbandingan 1:20

Mol Ag <sup>+</sup>	Mol EG
1	20
(1) × (3.75 × 10 <sup>-4</sup> ) mol	(20) × (3.75 × 10 <sup>-4</sup> ) mol
3.75 × 10 <sup>-4</sup> mol	7.5 × 10 <sup>-3</sup> mol

Dari perhitungan di atas, didapat mol EG adalah 7.5 × 10<sup>-3</sup> mol.

c. Perbandingan 1:10

Mol Ag <sup>+</sup>	Mol EG
1	10
(1) × (3.75 × 10 <sup>-4</sup> ) mol	(10) × (3.75 × 10 <sup>-4</sup> ) mol
3.75 × 10 <sup>-4</sup> mol	3.75 × 10 <sup>-3</sup> mol

Dari perhitungan di atas, didapat mol EG adalah 3.75 × 10<sup>-3</sup> mol.

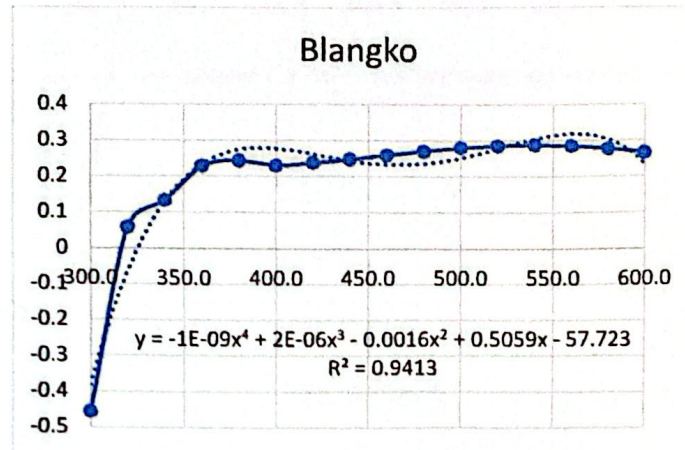
6. Mencari volume (mL) PVA 1% yang digunakan

Pada 1 L larutan, PVA yang digunakan adalah 20 mL. Penelitian ini menggunakan volume larutan 250 mL, maka PVA 1% yang digunakan adalah 5 mL.

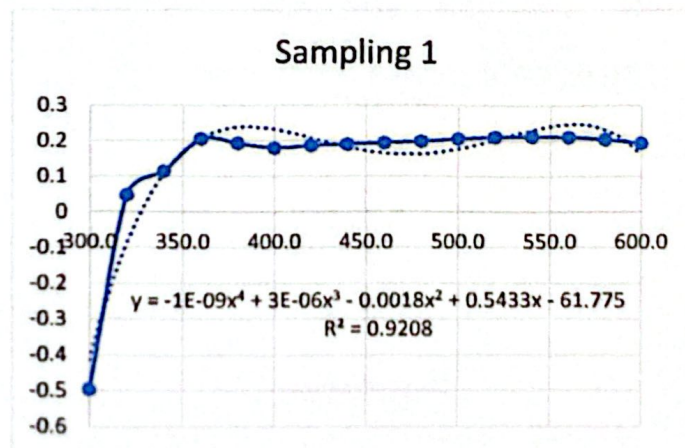
## LAMPIRAN B Kurva Hubungan Absorban dan Panjang Gelombang dengan Penambahan Model Polinomial Orde 4

### B.1 Kurva Hubungan Absorban dan Panjang Gelombang dengan Perbandingan Mol $\text{Ag}^+$ dan EG 1:50

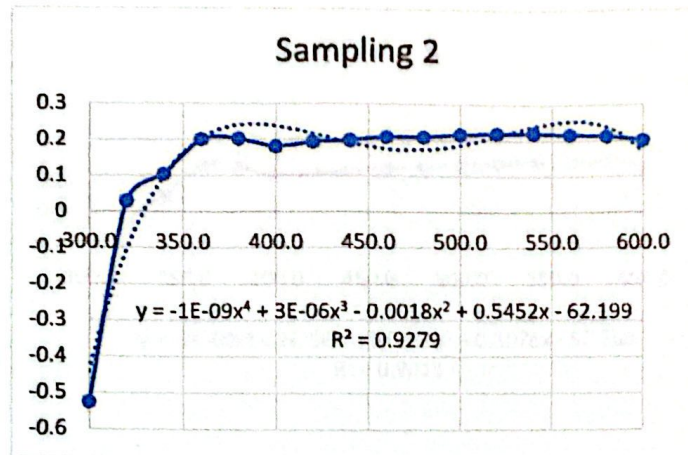
#### 1. Blangko



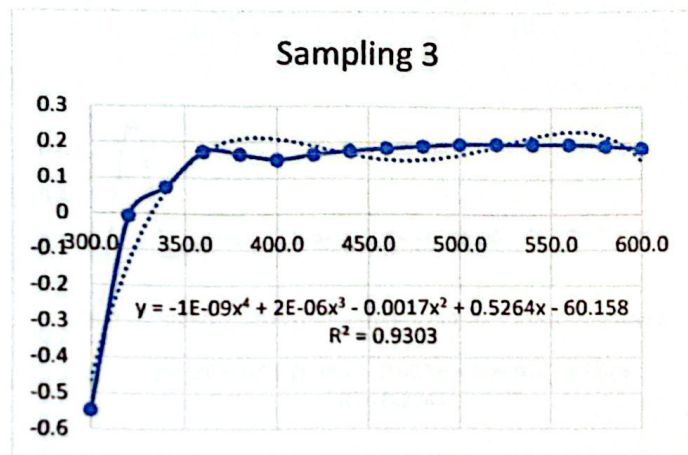
#### 2. Sampling 1



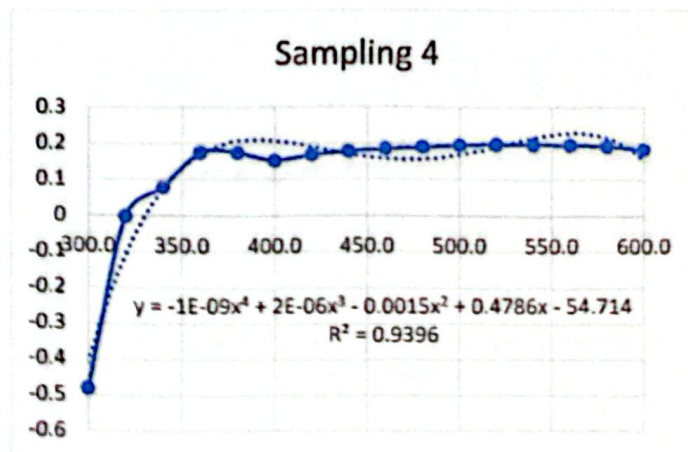
### 3. Sampling 2



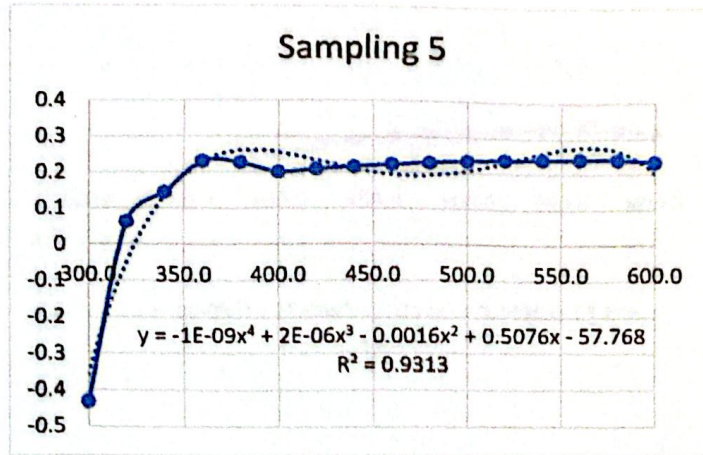
### 4. Sampling 3



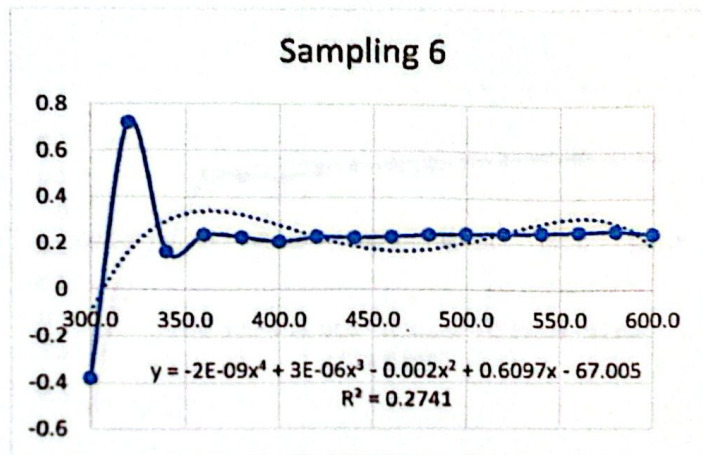
### 5. Sampling 4



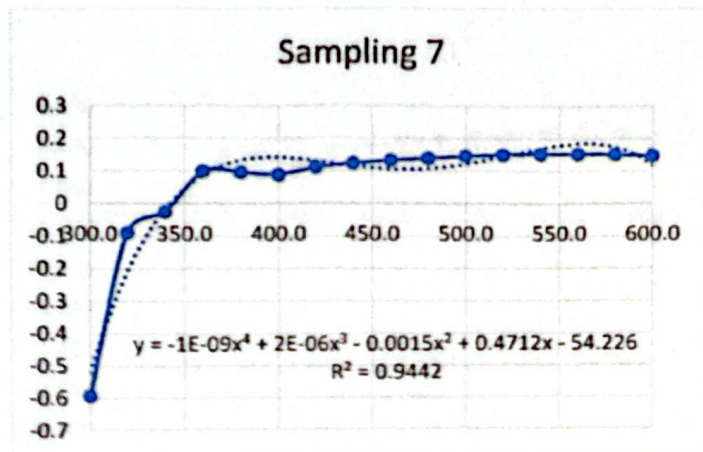
6. Sampling 5



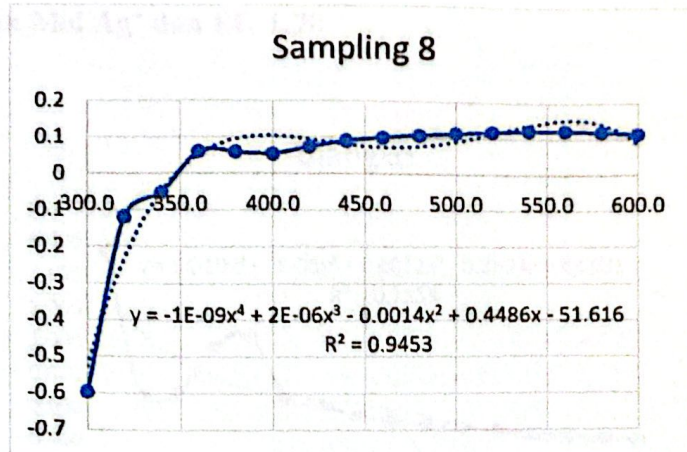
7. Sampling 6



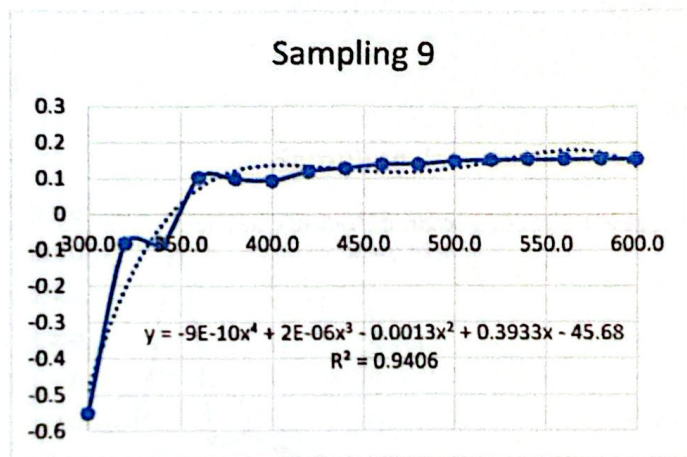
8. Sampling 7



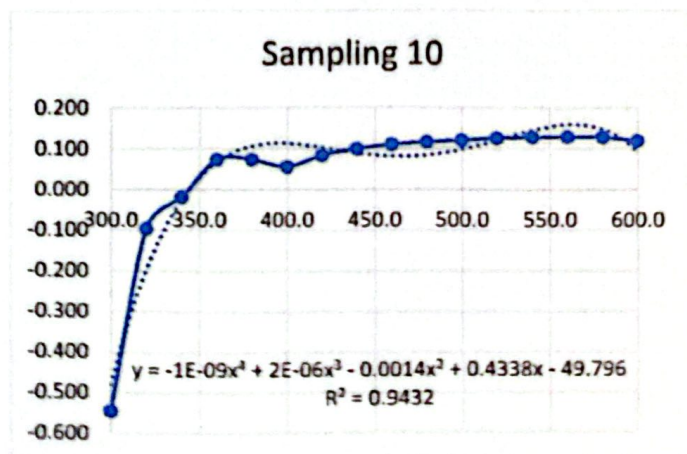
### 9. Sampling 8



### 10. Sampling 9

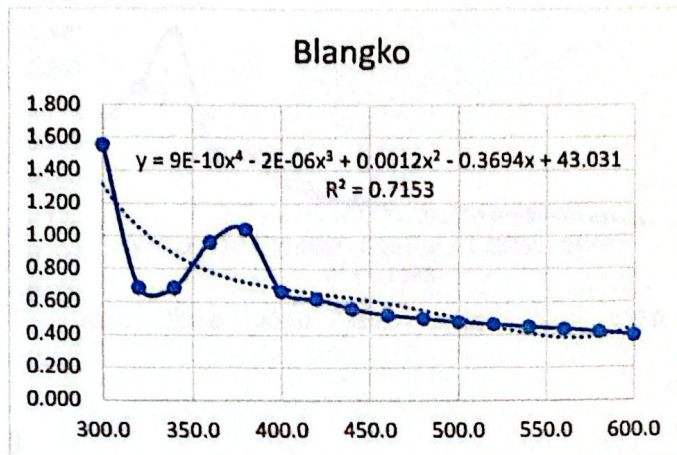


### 11. Sampling 10

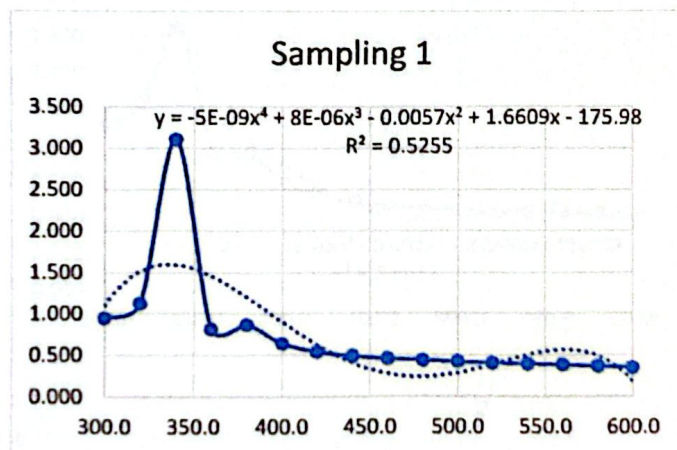


## B.2 Kurva Hubungan Absorban dan Panjang Gelombang dengan Perbandingan Mol Ag<sup>+</sup> dan EG 1:20

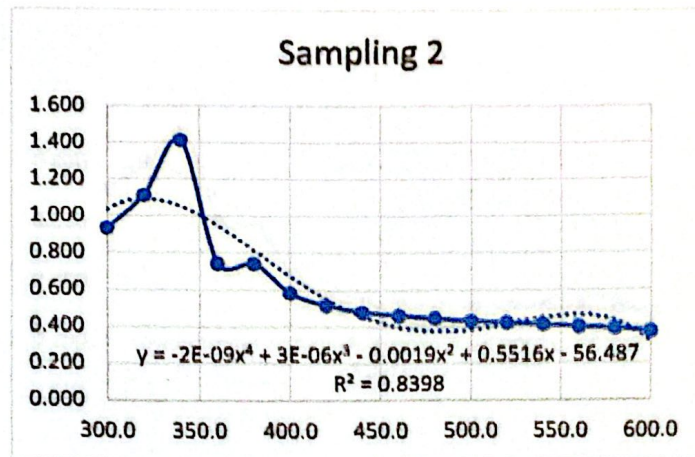
### 1. Blangko



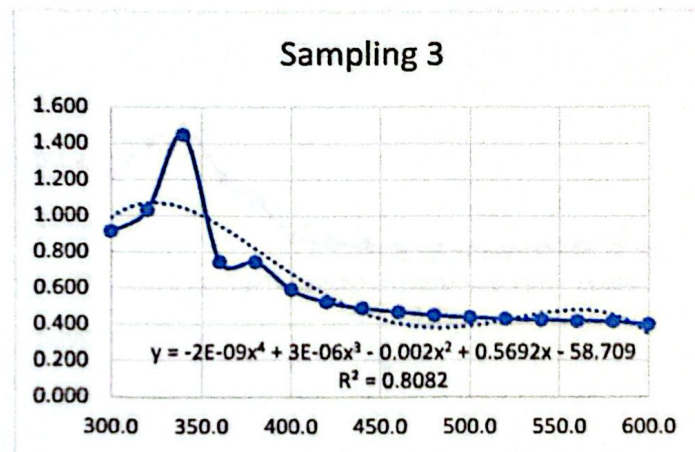
### 2. Sampling 1



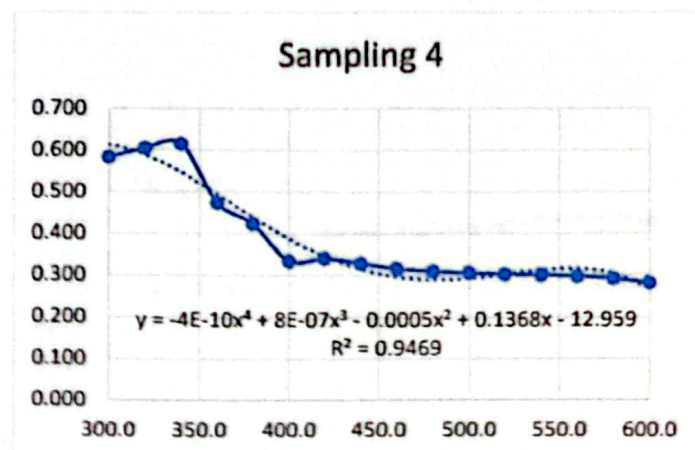
### 3. Sampling 2



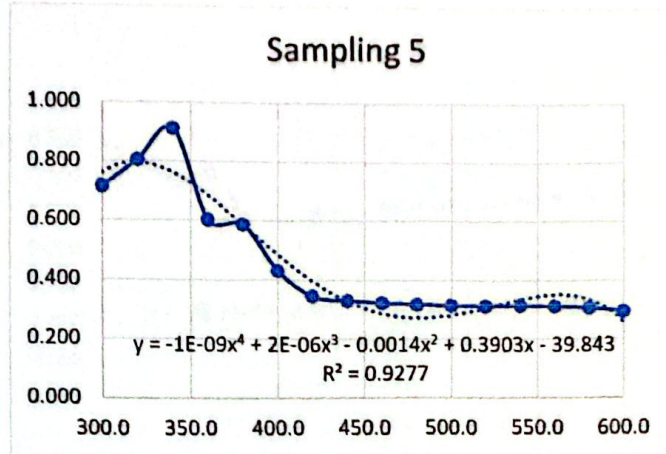
### 4. Sampling 3



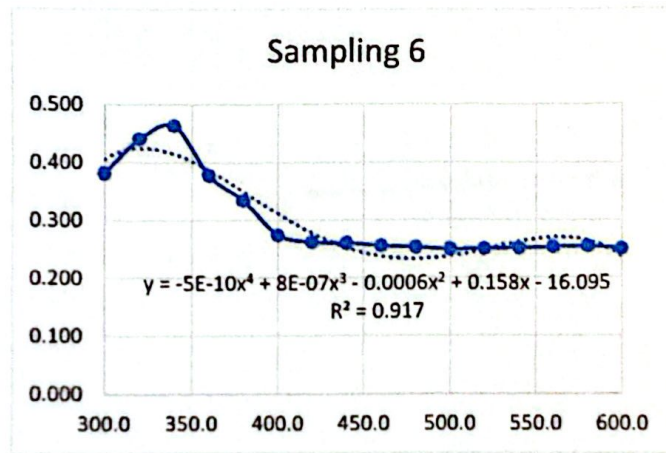
### 5. Sampling 4



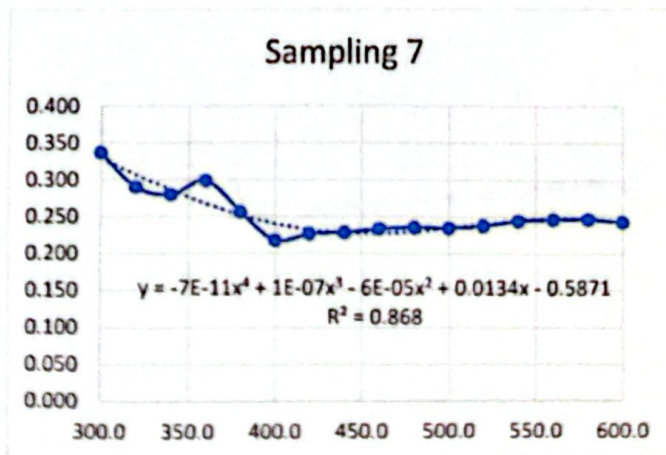
### 5. Sampling 5



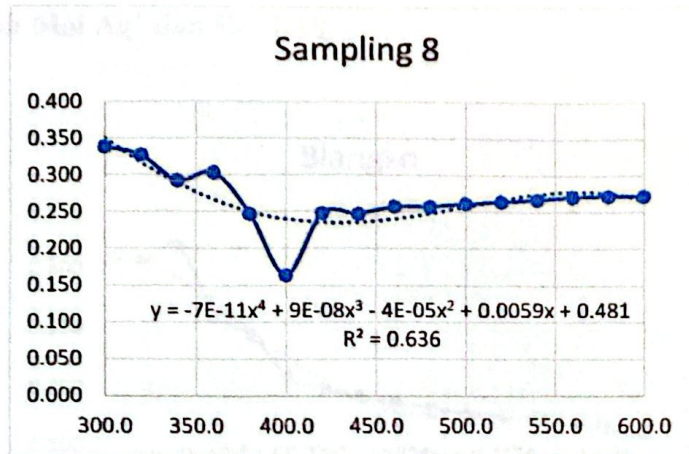
### 6. Sampling 6



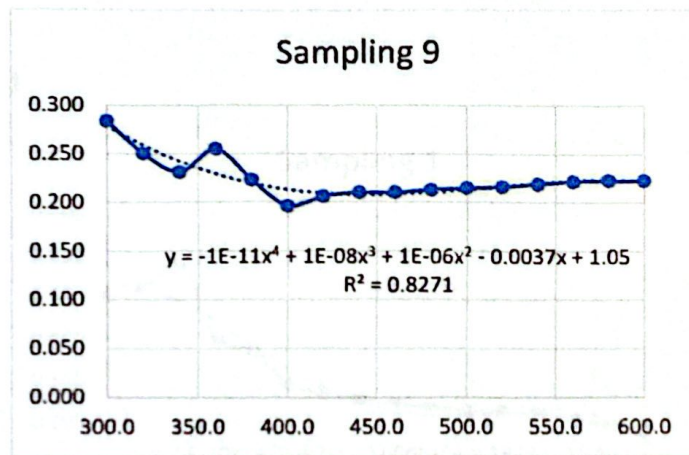
### 7. Sampling 7



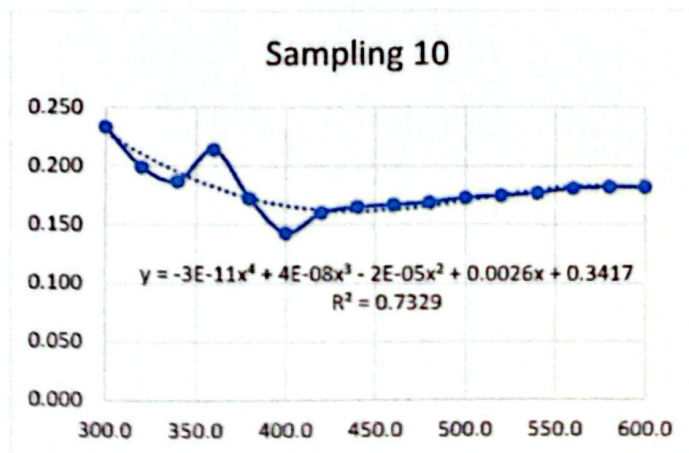
### 8. Sampling 8



### 9. Sampling 9

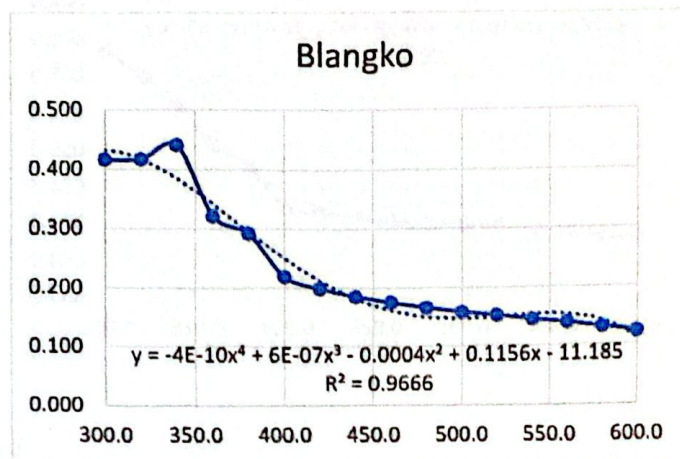


### 10. Sampling 10

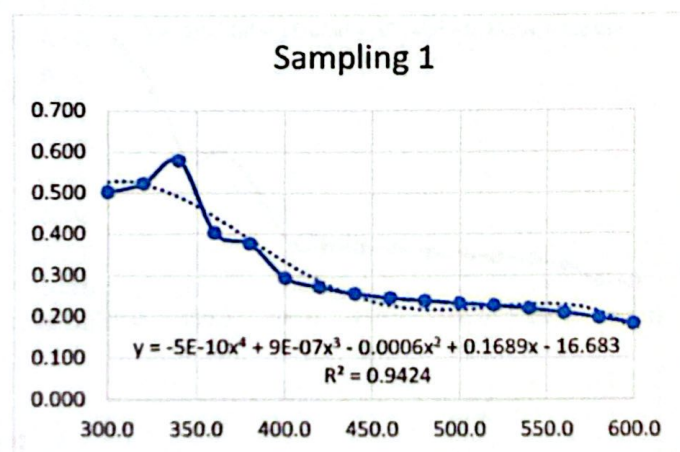


### B.3 Kurva Hubungan Absorban dan Panjang Gelombang dengan Perbandingan Mol Ag<sup>+</sup> dan EG 1:10

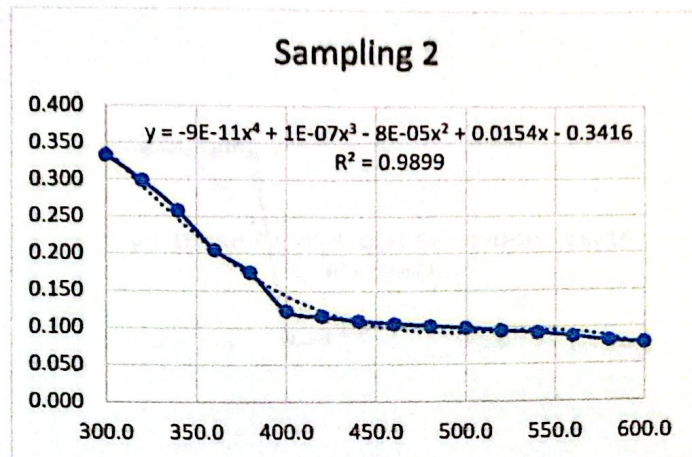
#### 1. Blangko



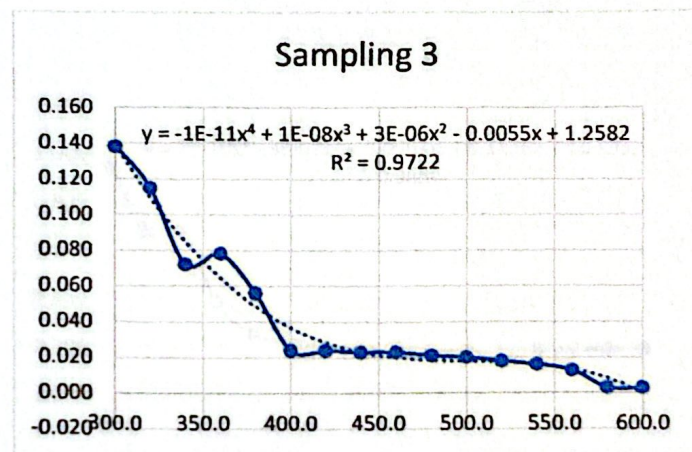
#### 2. Sampling 1



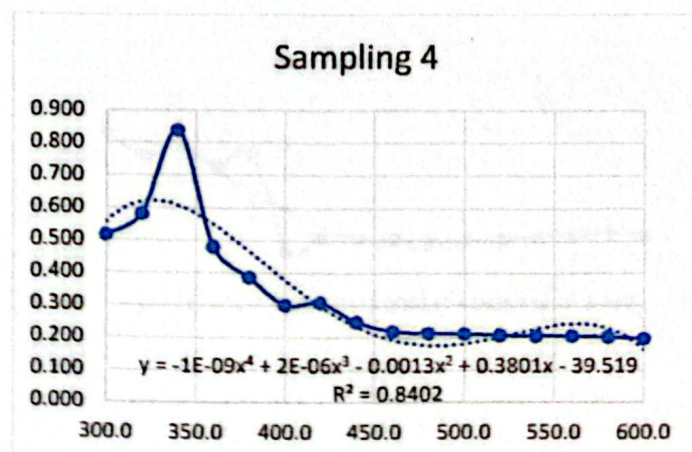
### 3. Sampling 2



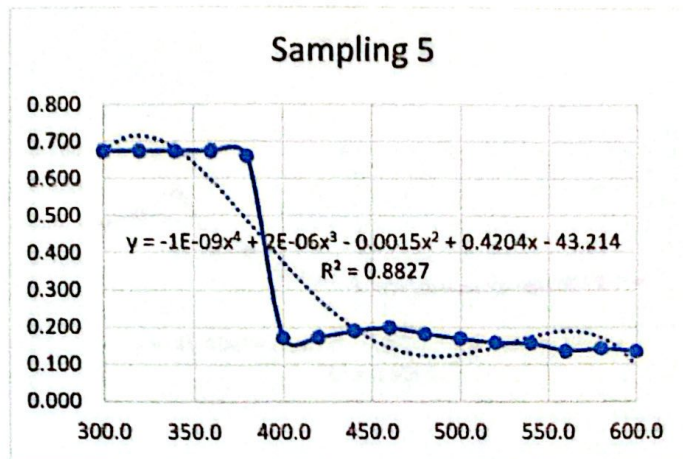
### 4. Sampling 3



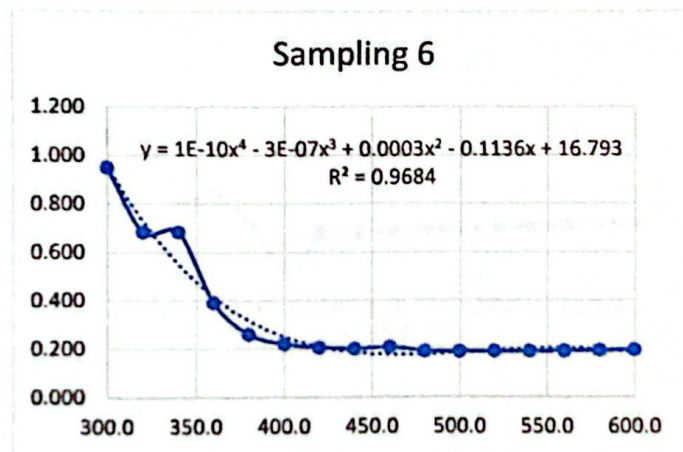
### 5. Sampling 4



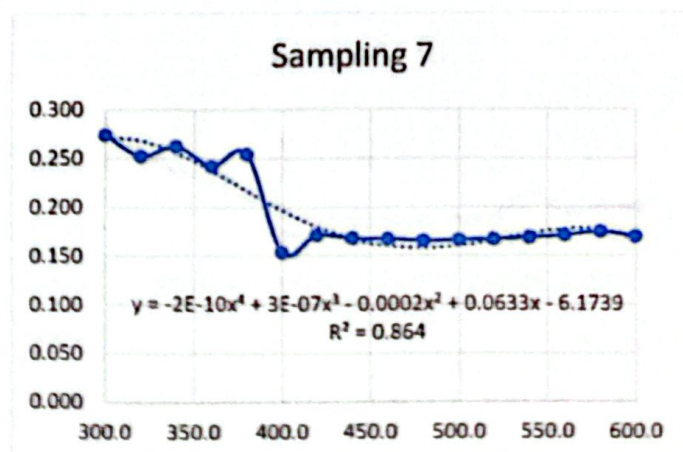
### 6. Sampling 5



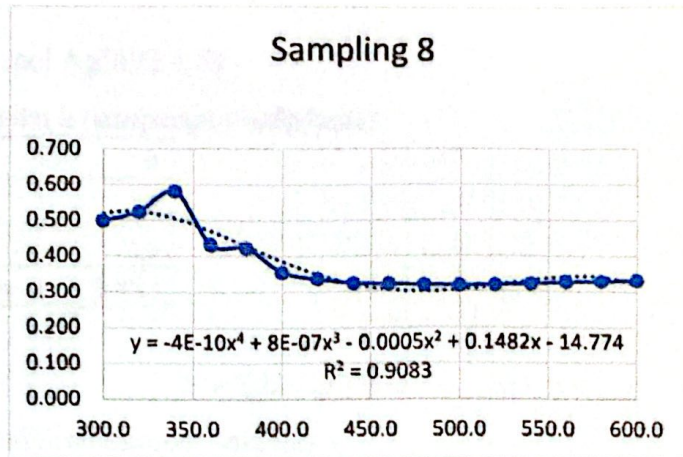
### 7. Sampling 6



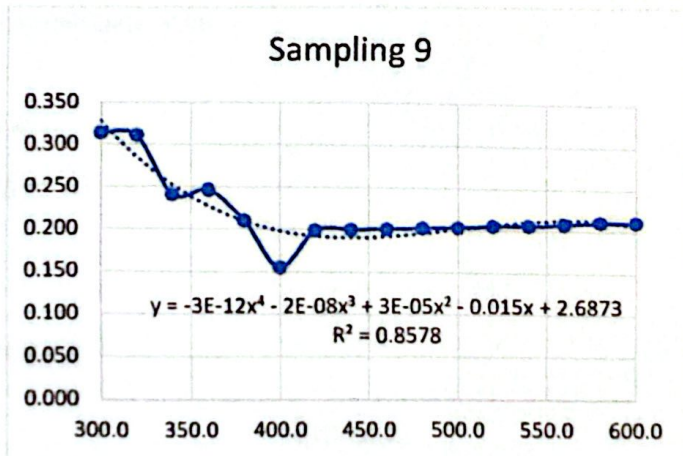
### 8. Sampling 7



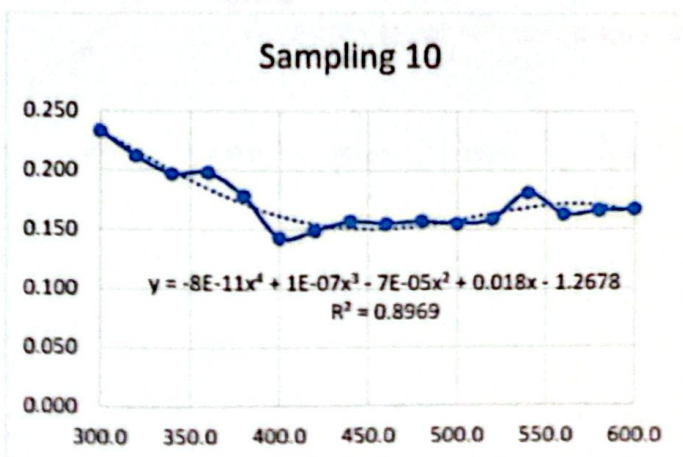
### 9. Sampling 8



### 10. Sampling 9



### 11. Sampling 10



## LAMPIRAN C Contoh Perhitungan Pendekatan Metode Polinomial Orde 4

Variasi rasio mol  $\text{Ag}^+/\text{EG}$  1:50

- Mencari nilai  $h$  (simpangan sederhana)

a	0
b	60
n	16
$h=(b-a)/n$	3.750

$$h = (b - a) \div n \quad \dots(1)$$

Dimana,  $h$  = nilai simpangan sederhana

$a$  = waktu awal proses = 0 menit

$b$  = waktu akhir proses = 60 menit

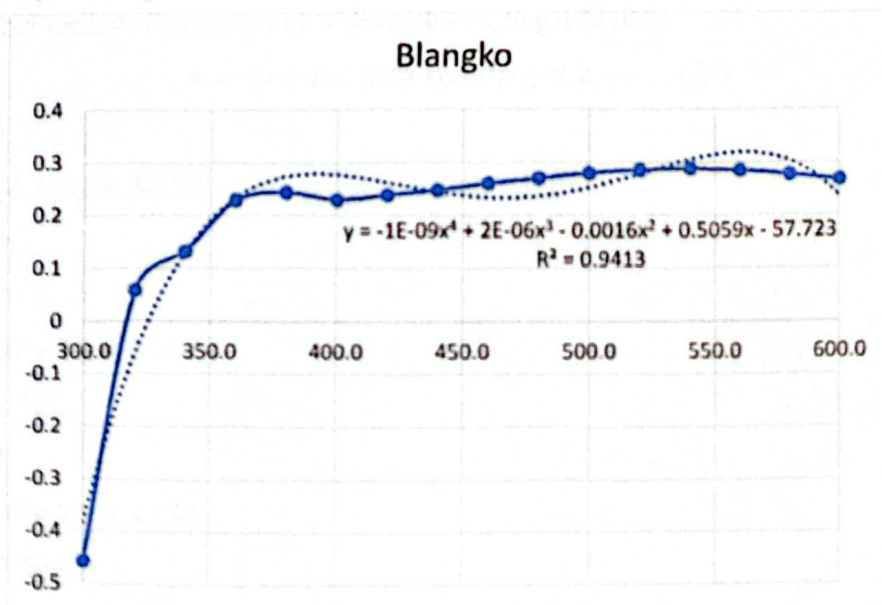
$n$  = jumlah data = 16

$$h = (b - a) \div n$$

$$h = (60 - 0) \div 16$$

$$h = 3.750$$

Contoh perhitungan :



Dari kurva, nilai  $y$  dan  $R^2$  yang di dapat, yaitu  $y = -1E-09x^4 + 2E-06x^3 - 0.0016x^2 + 0.5059x - 57.723$  dan  $R^2 = 0.9413$ . Nilai  $y$  tersebut dapat dicari dengan memasukkan nilai  $x$  pada tabel berikut ini:

No.	X	Y
0	0	-57.7230
1	3.750	-55.8483
2	7.500	-54.0179
3	11.250	-52.2313
4	15.000	-50.4878
5	18.750	-48.7868
6	22.500	-47.1277
7	26.250	-45.5099
8	30.000	-43.9328
9	33.750	-42.3958
10	37.500	-40.8983
11	41.250	-39.4396
12	45.000	-38.0194
13	48.750	-36.6368
14	52.500	-35.2914
15	56.250	-33.9827
16	60.000	-32.7100

Kolom nomor menunjukkan data spektro,  $x$  adalah variabel bebas dan  $y$  adalah variabel terikat. Rumus untuk  $x$  dituliskan sebagai berikut

$$x = (a + \text{no. data spektro}) \times h \quad \dots(2)$$

No. 0:

$$x = (0 + 0) \times 3.750$$

$$x = 0,$$

No. 1:

$$x = (0 + 1) \times 3.750$$

$$x = 3.750,$$

No. 2:

$$x = (0 + 2) \times 3.750$$

$$x = 7.500,$$

dan seterusnya.

Kemudian, dengan rumus fungsi  $y$  yang telah diketahui, masukkan nilai  $x$  yang telah dihitung ke dalam rumus fungsi  $y$  tersebut. Nilai  $h$  pada semua perhitungan

variasi rasio mol bernilai sama. Begitu juga dengan nilai x. yang berubah adalah rumus fungsi pada y.

Contoh perhitungan untuk  $y = -1E-09x^4 + 2E-06x^3 - 0.0016x^2 + 0.5059x - 57.723$  dapat dilihat sebagai berikut:

No. 0:

$$y = ((-1.0 \times 10^{-9})0^4) + ((2 \times 10^{-6})0^3) - (0.0016 \times 0^2) + (0.5059 \times 0) - 57.723$$

$$y = -57.7230,$$

No. 1:

$$y = ((-1.0 \times 10^{-9})3.750^4) + ((2 \times 10^{-6})3.750^3) - (0.0016 \times 3.750^2) + (0.5059 \times 3.750) - 57.723$$

$$y = -55.8483,$$

No. 2:

$$y = ((-1.0 \times 10^{-9})7.500^4) + ((2 \times 10^{-6})7.500^3) - (0.0016 \times 7.500^2) + (0.5059 \times 7.500) - 57.723$$

$$y = -54.0179,$$

dan seterusnya.