



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK
MENGUNAKAN AIR REBUSAN DAUN BISBUL (*DIOSPYROS
BLANCOI*) UNTUK DETEKSI ION TEMBAGA (II) DENGAN
METODE KOLORIMETRI**

**Skripsi ini Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Strata Satu Fisika**

**Oleh:
BAKIR
0606028956**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI S1 FISIKA
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Bakir

NPM : 0606028956

Tanda Tangan :



Bulan : Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

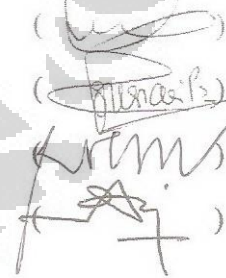
Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Bakir
NPM : 0606028956
Program Studi : S1 Reguler Fisika UI
Judul Skripsi : Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (*Dyospiros blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga (II) dengan Metode Kolorimetri

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ing. Cuk Imawan
Pembimbing II : Dr. Purbaningsih, DEA
Penguji I : Prof. Dr. Rosari Saleh
Penguji II : Dr. M. Aziz Majidi, Ph.D



Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 30 Mei 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia, nikmat kesehatan dan kesempatan kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tugas akhir.

Shalawat dan salam tak henti-hentinya penulis kirimkan kepada Rasulullah SAW, yang telah mengajarkan kebaikan kepada umat manusia, membawa ke alam yang penuh dengan cahaya ilmu.

Penelitian ini memberikan banyak pelajaran kepada penulis, memberikan pengalaman baik suka maupun duka. Dalam pelaksanaannya, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik dorongan moril maupun bantuan langsung, sehingga perkenankan rasa terima kasih penulis haturkan pada kepada:

1. Bapak Dr. Cuk Imawan selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Bu Susiani Purbaningsih selaku Pembimbing II, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung dengan penelitian beliau dan dengan penuh kesabaran membimbing serta membina penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Windri Handayani, S.Si. atas kerja sama dan bantuannya selama penelitian
3. Prof. Dr. Rosari Saleh dan Dr. M. Aziz Majidi, Ph.D sebagai Dosen Penguji.
4. Keluarga besar saya dan keponakan saya yang telah memberikan banyak bantuan, memberikan solusi, dan kelucuan ketika penulis menemukan kesulitan.
5. Sahabat seperjuangan Rahmat, Fajrin, Munte, Haikal, dan Galuh yang telah menjadi tempat berbagi keluh kesah dan suka duka selama penelitian.
6. Semua jajarannya dosen dan pegawai jurusan Biologi FMIPA UI yang sangat banyak membantu penulis dalam melaksanakan penelitian n skripsi.
7. Dosen-Dosen Fisika UI yang telah mengajarkan ilmu yang bermanfaat kepada penulis dan pegawai Fisika UI yang telah membantu penulis dalam penyediaan sarana dan prasarana kuliah
8. Teman-teman Fisika, Handoko, Eno, Syahrial, Ismoyo, Pamela, Khamdan, Ami, Momoi, Aga, Haris, Adit, Wambra, Agus, Andra, Yonas, Igor, Vivi, Emi, Ani yang selalu saling menyemangati, mendoakan, *share each other* tentang skripsi, menemani malam-malam penulis ketika begadang.

9. Sahabat tercinta Adi Anggoro, Tere, Rindu, Kanti, Raima, dan lain-lain yang telah memberikan waktu-waktu yang indah dan tak tergantian.
10. Teman-teman Fisika Material dan Kondensasi 2006, Rara, Indah, Asrikin, Satrio
11. Fisika 2006 yang selalu berbagi cerita suka dan duka selama kuliah, berjuang bersama-sama.
12. Fisika 2005 & 2004 atas informasinya, dukungannya.
13. Serta semua pihak yang ikut membantu dalam penyelesaian skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Menyadari keterbatasan pengalaman dan kemampuan yang penulis miliki, sudah tentu terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini serta kemungkinan jauh dari sempurna, untuk itu penulis tidak menutup diri dari segala saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak. Akhir kata semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Depok, Juni 2011



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Bakir
NPM : 0606028956
Program Studi : S1 Reguler Fisika
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGEMBANGAN BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGUNAKAN AIR REBUSAN DAUN BISBUL (*DIOSPYROS BLANCOI*) UNTUK DETEKSI ION TEMBAGA (II) DENGAN METODE KOLORIMETRI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Bulan : Juni 2010

Yang menyatakan


(Bakir)

ABSTRAK

Nama : Bakir
Program Studi : S1 Fisika
Judul : Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (*Diospyros blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga (II) dengan Metode Kolorimetri

Sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan metode biologi menggunakan air rebusan daun bisbul (*Diospyros blancoi*), yang berperan sebagai agen pereduksi. Proses pembentukan nanopartikel perak dipelajari dan dimonitor dengan mengamati spektrum absorpsi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengamatan menunjukkan nilai absorbansi semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu reaksi. Puncak absorpsi spektrum UV-Vis dari sampel biosintesis nanopartikel perak tanpa dan dengan stirer masing-masing di panjang gelombang 414-418 nm dan 414-419 nm selama 2 minggu. Efek mekanik dalam proses biosintesis nanopartikel perak cenderung mempercepat pembentukan nanopartikel perak. Pendeteksian ion logam berat tembaga (II) secara sederhana, cepat, dan selektif menggunakan nanopartikel perak yang dimodifikasi dengan polivinil alkohol (PVA) telah dikembangkan. Penambahan PVA ke dalam sistem AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul dilakukan dengan variasi waktu pada 0, 1, dan 24 jam. Puncak absorpsi spektrum UV-Vis masing-masing di panjang gelombang 412-423 nm, 415-417 nm, dan 414-420 selama 2 minggu. PVA memperlambat pembentukan nanopartikel perak. Larutan indikator berubah dari kuning ke ungu muda hingga merah saat mendeteksi ion Cu^{2+} dan tidak berubah warna ketika mendeteksi ion Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} . Larutan indikator mulai berubah warna ketika mendeteksi konsentrasi 1000 ppm Cu^{2+} . Hasil karakterisasi UV-Vis dari larutan indikator dan ion Cu^{2+} menunjukkan pita absorbansi baru pada panjang gelombang sekitar 500 nm.

Kata kunci: biosintesis nanopartikel perak, air rebusan daun bisbul, PVA, Cu^{2+} , metode kolorimetri

ABSTRACT

Name : Bakir
Study Program : Bachelor degree of Physics
Title : Development of Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using Water of Boiled Bisbul (*Diospyros blancoi*) Leaf for Detection of Ion Copper (II) with Colorimetric Method

Synthesis of silver nanoparticles was conducted with biological method using water of boiled bisbul (*Diospyros blancoi*) leaf, which acted as reducing agent. Process formation of silver nanoparticles was studied and monitored by observing absorption spectrum using UV-Vis spectrophotometer. The result of the observation shows that absorbance value increases with increasing time reaction. Peak of UV-Vis absorption spectrum of biosynthesis sample of silver nanoparticles without and with stirring each in wavelength of 414-418 nm and 414-419 nm for two weeks. Mechanical effect in biosynthesis process of silver nanoparticles tends to speed up the formation of silver nanoparticles. Detection of copper (II) ion in simple, rapid, and selective way using silver nanoparticles modified with polyvinyl alcohol (PVA) has been developed. The addition of PVA into system of AgNO_3 and water of boiled bisbul leaf was conducted with variation of time at 0, 1, and 24 hours. Peak of absorption spectrum each in wavelength of 412-423 nm, 415-417 nm, and 414-420 nm for two weeks. PVA slows down the formation of silver nanoparticles. Indicator solution changes from yellow to purple until red when detecting Cu^{2+} ion and does not change colour when detecting Mn^{2+} , Pb^{2+} , and Zn^{2+} ions. Indicator solution starts to change when detecting 1000 ppm of Cu^{2+} . The result of UV-Vis characterization of indicator solution and ion Cu^{2+} shows new band absorbance in wavelength around 500 nm.

Keyword : biosynthesis of silver nanoparticles, water of boiled bisbul leaf, PVA, Cu^{2+} , colorimetric method

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Batasan Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biosintesis Nanopartikel Perak.....	4
2.2 Metode Kolorimetri Berbasis Nanopartikel Perak.....	6
2.4 Pencemaran Air oleh Logam Berat.....	9
2.5 Spektrofotometer UV-Vis.....	12
3. METODE EKSPERIMEN	13
3.2 Alat.....	13
3.3 Lokasi Penelitian.....	13
3.4 Cara kerja.....	13
3.4.1 Dekontaminasi Material Organik dan Anorganik pada Alat Gelas.....	13
3.4.2 Pembuatan Larutan AgNO ₃ 1 mM.....	14
3.4.3 Pembuatan Air Rebusan Daun Bisbul Segar.....	14
3.4.4 Pembuatan Larutan PVA 1%.....	14
3.4.5 Pembuatan Larutan Analit Cu ²⁺ , Mn ²⁺ , Pb ²⁺ dan Zn ²⁺	15

3.4.6 Tahapan Biosintesis Nanopartikel Perak	15
3.4.7 Tahapan Modifikasi Nanopartikel Perak.....	16
3.4.8. Pengujian Larutan Indikator	18
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul	19
4.2 Pengaruh Perlakuan Mekanik Terhadap Proses Biosintesis Nanopartikel Perak	20
4.3 Modifikasi Nanopartikel Perak dengan PVA.....	24
4.4 Hasil Pengujian Larutan Indikator.....	32
4.4.1. Larutan indikator C (Sampel C)	32
4.4.2. Larutan indikator D (Sampel D)	33
4.4.3. Larutan indikator E (Sampel E)	35
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR ACUAN	39

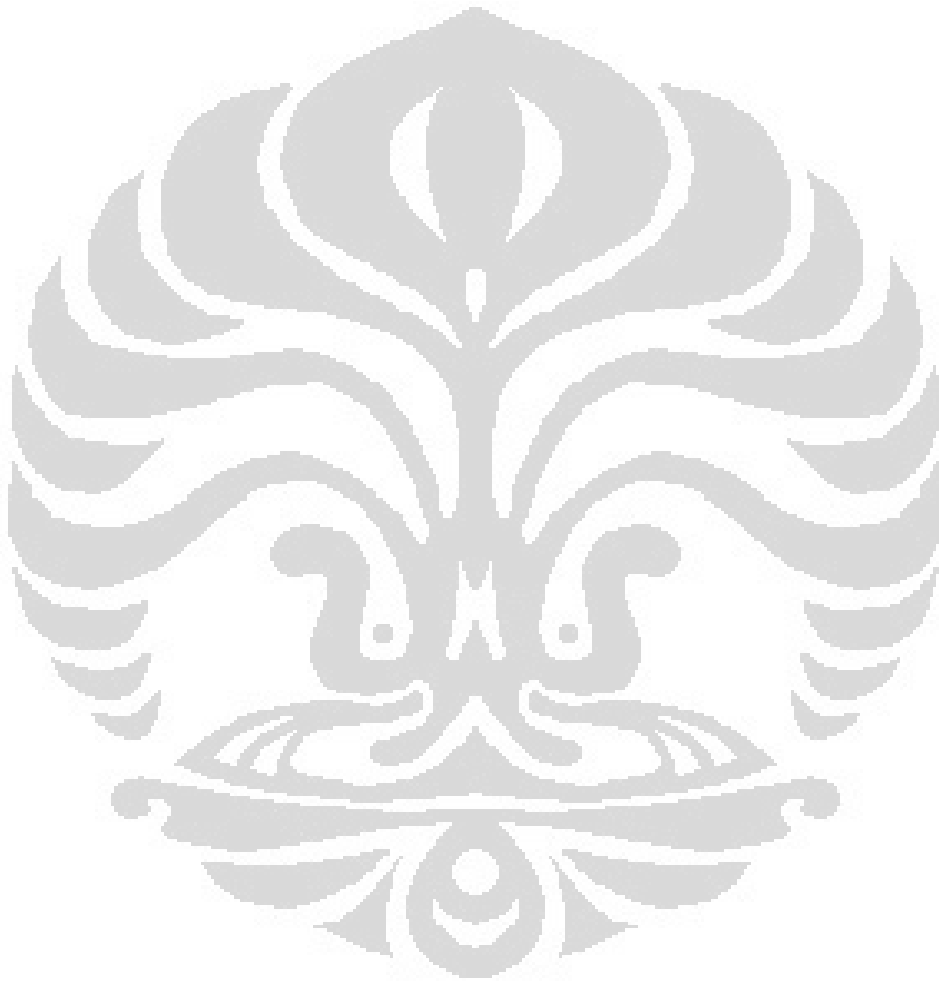
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Larutan nanopartikel perak berwarna kuning cerah.....	6
Gambar 2.2	Skematik representasi osilasi awan elektron dalam nanopartikel karena efek medan elektromagnetik.....	7
Gambar 2.3	Skema sensor kolorimetri Cu^{2+} . Permukaan nanopartikel emas difungsionalisasi dengan L-cysteine yang mengikat ion-ion tembaga. Penambahan ion tembaga ke dalam larutan, menginduksi agregasi nanopartikel emas, yang dimanifestasikan dengan perubahan warna larutan.....	8
Gambar 2.4	Agregasi GSH- AgNPS diinduksi oleh penambahan Ni^{2+}	8
Gambar 2.5	Skematik instrumen spektrometer UV-Vis.....	10
Gambar 3.1.	Tahapan biosintesis nanopartikel perak.....	16
Gambar 3.2.	Tahapan modifikasi nanopartikel perak.....	17
Gambar 4.1.	Hasil foto: a. Larutan AgNO_3 ; b. Air rebusan daun bisbul; c-g. Sampel A fungsi waktu. Spektrum UV-Vis dari AgNO_3 , air rebusan daun bisbul, dan sampel A fungsi waktu.....	20
Gambar 4.2.	Hasil foto a- c. Sampel B setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Spektrum UV-Vis dari sampel B fungsi waktu.....	21
Gambar 4.3.	Pengaruh stirer terhadap proses biosintesis nanopartikel a. Absorbansi vs waktu b. Lamda maksimum vs waktu c. FWHM vs waktu.....	23
Gambar 4.4.	Foto: a. Larutan PVA 1%, b- d. Sampel C setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Spektrum UV-Vis dari PVA dan sampel C fungsi waktu.....	25
Gambar 4.5.	Pengaruh penambahan PVA terhadap proses pembentukan nanopartikel perak.....	27
Gambar 4.6.	Foto: a- b- d. Larutan AgNO_3 + air rebusan daun bisbul 30 menit dan 1 jam; c-e Sampel D setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Spektrum UV-Vis dari sampel D fungsi waktu.....	28
Gambar 4.7.	Foto: a- c. Larutan AgNO_3 + air rebusan daun bisbul setelah	

30 menit, 1 jam, dan 24 jam ; c-e sampel C setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Spektrum UV-Vis dari sampel E fuingsi waktu.....	29
Gambar 4.8. Pengaruh perbedaan waktu pemberian PVA ketika AgNO_3 + air rebusan daun bisbul bereaksi selama 0,1 , dan 24 jam. a. Absorbansi vs waktu b. Lamda maksimum vs waktu c. FWHM vs waktu. (Data diambil ketika mulai ditambah PVA).....	31
Gambar 4.9. Foto: a-j. Larutan Cu^{2+} 0; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; & 5000 ppm + indikator C. Spektrum UV-Vis dari hasil pengujian larutan indikator C pada Cu^{2+}	33
Gambar 4.10. Foto: a-j. Larutan Cu^{2+} 0; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; & 5000 ppm + indikator D. Spektrum UV-Vis dari hasil pengujian larutan indikator D pada Cu^{2+}	34
Gambar 4.11. Foto: a-j. Larutan Cu^{2+} 0; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; & 5000 ppm + indikator E. Spektrum UV-Vis dari hasil pengujian larutan indikator E pada Cu^{2+}	35
Gambar 4.12. Kurva lamda maksimum dan puncak absorbansi masing-masing terhadap konsentrasi Cu^{2+} dari hasil pengujian larutan-larutan indikator pada variasi konsentrasi Cu^{2+}	37

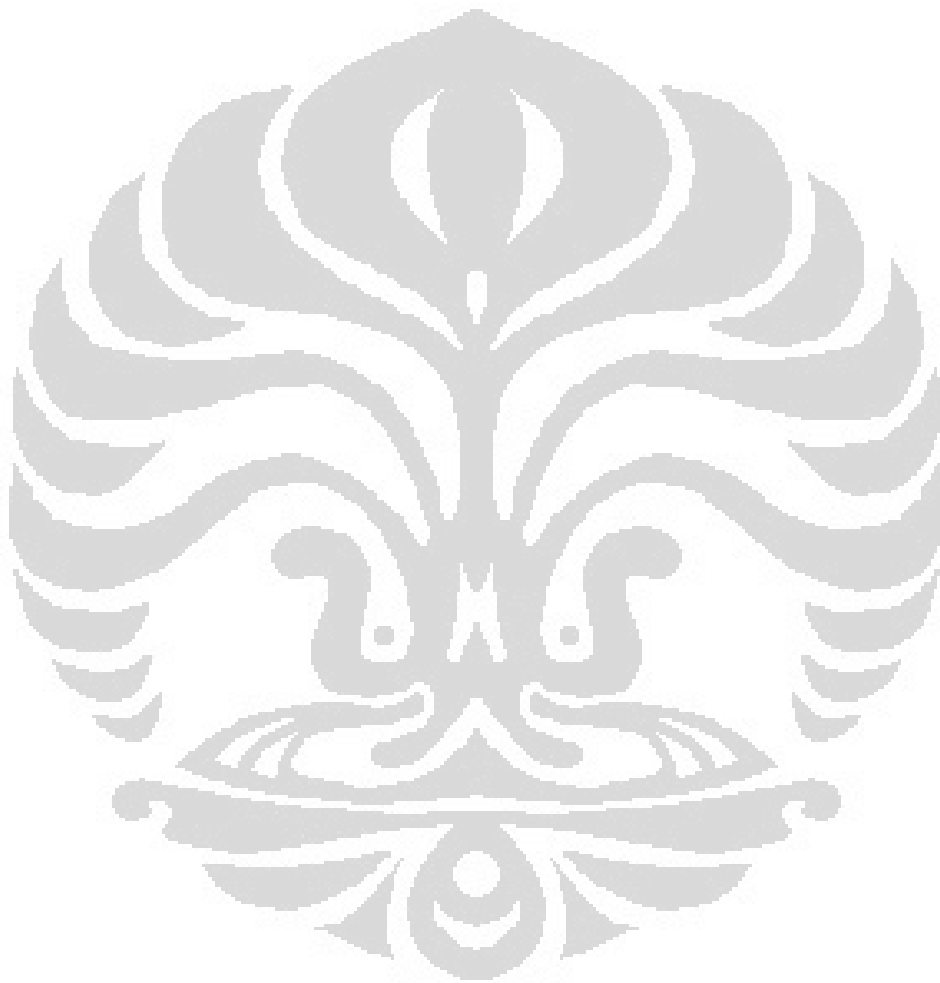
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis-jenis tumbuhan yang telah digunakan untuk biosintesis nanopartikel perak.....	5
Tabel 2.2. Kadar kontaminasi maksimum logam berat untuk air minum.....	9
Tabel 2.3. Panjang gelombang pada absorbansi maksimum menunjukkan ukuran nanopartikel perak	12



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.....	43
Lampiran B.....	45
Lampiran C.....	47



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama satu dekade terakhir ini, penelitian di bidang nanopartikel menjadi topik yang sangat populer. Nanopartikel adalah partikel yang sangat halus berukuran orde nanometer atau partikel yang ukurannya dalam interval 1-100 nm dan minimal dalam satu dimensi [1,2]. Nanopartikel tersebut dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, material karbon, senyawa organik, dan biologi seperti DNA, protein, atau enzim [2].

Baru-baru ini, nanopartikel logam mulia sudah menarik perhatian karena aplikasinya dalam bidang optik, elektronik, sensor biologi, dan katalis [3]. Salah satu nanopartikel logam mulia ialah nanopartikel perak. Secara garis besar, sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan metode *top-down* (fisika) dan metode *bottom-up* (kimia). Metode *top-down* yaitu mereduksi padatan logam perak menjadi partikel perak berukuran nano secara mekanik, sedangkan metode *bottom-up* dilakukan dengan melarutkan garam perak, agen pereduksi, dan penstabil hingga terbentuk nanopartikel perak [4]. Agen pereduksi yang biasa digunakan untuk menghasilkan nanopartikel perak berupa borohidrid (NaBH_4), hidrazin, dan dimetil formamid (DMF) [4,5]. Senyawa tersebut merupakan bahan kimia yang sangat reaktif dan berpotensi menimbulkan risiko bagi lingkungan dan makhluk hidup [5]. Biosintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak tanaman merupakan pilihan lain yang layak selain metode fisika dan kimia. Beberapa jenis tumbuhan yang telah dipublikasikan sebagai reagen biosintesis adalah *Azadirachta indica* [6], *Aloe vera* [7], *Hibiscus rosa sinensis* [8], dan geranium [9]. Metode tersebut ternyata dapat menjadi alternatif produksi nanopartikel yang ramah lingkungan (*green synthesis*) karena mampu meminimalisir penggunaan bahan-bahan anorganik yang berbahaya dan sekaligus limbahnya [10].

Salah satu penyebab pencemaran air ialah logam berat. Metode yang umum digunakan untuk mendeteksi ion-ion logam berat yaitu *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) dan *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS). Namun, metode-metode tersebut membutuhkan instrumentasi yang mahal

dan tidak dapat digunakan langsung di lapangan [11]. Oleh karena itu, diperlukan metode identifikasi semikuantitatif atau kualitatif yang lebih sederhana. Secara ideal, diperlukan metode yang murah, cepat, sederhana, dapat dipercaya, dapat digunakan langsung di lapangan, dan tanpa pelatihan khusus untuk mendeteksi logam berat [12]. Prinsip metode kolorimetri dapat dijadikan pilihan karena murah, cepat, sederhana, sensitif, mudah diukur, dan perubahan warna yang terjadi dapat dilihat dengan mata telanjang [13].

Larutan nanopartikel perak menunjukkan warna kuning mencolok dan puncak spektrum absorbansi pada panjang gelombang sekitar 400 nm [13-18]. Warna larutan nanopartikel perak ialah manifestasi dari *localized surface plasmon absorption* (LSPR). LSPR merupakan osilasi gabungan dari elektron konduksi pada nanopartikel. Eksitasi LSPR diinduksi oleh medan listrik dari cahaya datang di mana resonansi terjadi [3,14]. Hal itu dapat diilustrasikan seperti Gambar 2.2. Perpindahan awan elektron karena medan listrik membuat permukaan bermuatan, positif di mana kekurangan awan elektron, negatif di mana awan elektron terkonsentrasi [3]. Ketika resonansi terjadi, muncul pita absorpsi yang kuat dari plasmon permukaan. Posisi, bentuk, dan intensitas LSPR merupakan fungsi beberapa faktor, seperti bentuk, ukuran, komposisi partikel, jarak antar partikel, dan spesies yang teradsorpsi, serta konstanta dielektrik medium [3,13-15,19]. Faktor-faktor tersebut telah digunakan untuk mendeteksi berbagai macam analit dengan metode kolorimetri [3,13,19]. Salah satu aplikasi yang marak saat ini adalah nanopartikel perak untuk deteksi logam berat dengan metode kolorimetri.

Dalam penelitian ini, akan dikembangkan metode kolorimetri berbasis biosintesis nanopartikel perak menggunakan air rebusan daun *Diospyros blancoi* (bisbul). Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [10]. Perak nitrat direduksi oleh air rebusan daun bisbul, sehingga lebih ramah lingkungan dan ekonomis. Selanjutnya, nanopartikel perak yang telah terbentuk dimodifikasi dengan polivinil alkohol (PVA) sebagai larutan indikator untuk mendeteksi logam berat tembaga. PVA juga berfungsi mempertahankan agregasi yang terjadi ketika larutan indikator diuji dengan analit tertentu [12].

1.2 Batasan Masalah Penelitian

Penulis membatasi penelitian untuk tugas akhir ini, pada pengembangan biosintesis nanopartikel perak dengan air rebusan daun bisbul dari daun segar. Selanjutnya, nanopartikel perak difungsionalisasi dengan PVA sebagai larutan indikator dan pengujian larutan indikator pada larutan analit Cu^{2+} dengan konsentrasi 0; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; & 5000 ppm. Selain itu, larutan indikator diuji juga pada larutan Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} masing-masing dengan konsentrasi 0; 0,1; 1; 10; 100; & 1000 ppm.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan biosintesis nanopartikel perak menggunakan air rebusan daun bisbul, memodifikasi nanopartikel perak dengan polivinil alkohol (PVA) untuk mendeteksi Cu^{2+} , dan menguji selektivitas larutan indikator terhadap ion tembaga (II)

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi adalah sebagai berikut: Bab I berisi pendahuluan, penjelasan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II akan membahas tinjauan pustaka dan penjelasan mengenai teori dasar. Bab III akan memuat tahapan dan prosedur dalam eksperimen. Bab IV akan memuat data hasil eksperimen dan pembahasannya. Selanjutnya, Bab V akan berisi kesimpulan dan saran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biosintesis Nanopartikel Perak

Nanopartikel adalah partikel yang sangat halus berukuran orde nanometer atau partikel yang ukurannya dalam interval 1-100 nm dan minimal dalam satu dimensi [1,2]. Nanopartikel tersusun dari sekelompok atom-atom yang berkisar dari 3 sampai 10^7 [3]. Nanopartikel tersebut dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, materi karbon, senyawa organik, dan biologi seperti DNA, protein, atau enzim [2].

Baru-baru ini, nanopartikel logam mulia sudah menarik perhatian karena aplikasinya dalam bidang optik, elektronik, sensor biologi, dan katalis [3]. Salah satu nanopartikel logam mulia ialah nanopartikel perak. Secara garis besar, sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan metode *top-down* (fisika) dan metode *bottom-up* (kimia). Metode *top-down* yaitu mereduksi padatan logam perak menjadi partikel perak berukuran nano secara mekanik melalui metodologi khusus, seperti litografi dan ablasi laser. Metode *bottom-up* dilakukan dengan melarutkan garam perak ke dalam pelarut tertentu, kemudian agen pereduksi ditambahkan, dan penambahan agen penstabil untuk mencegah aglomerasi nanopartikel perak jika diperlukan [4]. Namun demikian, metode-metode tersebut penuh dengan banyak masalah, mencakup penggunaan pelarut beracun, limbah berbahaya, dan konsumsi energi yang tinggi [20]. Biosintesis nanopartikel perak merupakan pilihan lain yang layak selain metode fisika dan kimia.

Biosintesis nanopartikel logam memanfaatkan makhluk hidup sebagai agen biologi pada proses sintesis nanopartikel [21]. Prinsip biosintesis nanopartikel logam ialah memanfaatkan tumbuhan ataupun mikroorganisme sebagai agen pereduksi. Mikroorganisme yang digunakan seperti bakteri, khamir, dan jamur [20-23]. Biosintesis nanopartikel logam menggunakan mikroorganisme memiliki kelemahan, seperti pemeliharaan kultur yang sulit dan waktu sintesis yang lama [22]. Biosintesis nanopartikel menggunakan tumbuhan memberikan beberapa keuntungan, seperti ramah lingkungan, kompatibel untuk aplikasi farmasi dan biomedis, biaya rendah, dan tidak perlu tekanan, energi, dan

temperatur yang tinggi, serta tidak perlu bahan kimia yang beracun [22]. Terdapat berbagai jenis tumbuhan yang telah dimanfaatkan sebagai agen biosintesis untuk menghasilkan nanopartikel perak secara ekstraseluler maupun intraseluler. Tumbuhan yang digunakan untuk biosintesis ekstraseluler nanopartikel dapat berupa air rebusan [6, 7, 9], getah [25], ataupun hasil jus dari bagian tumbuhan, seperti bagian daun [8], buah [26], dan biji [27]. Berikut daftar beberapa tumbuhan yang telah dimanfaatkan untuk biosintesis nanopartikel perak.

Tabel 2.1. Jenis-jenis tumbuhan yang telah digunakan untuk biosintesis nanopartikel perak.

No.	Tumbuhan	Jenis Agen Biosintesis	Referensi
1.	<i>Azadirachta indica</i>	Air rebusan daun	[6]
2.	<i>Aloe vera</i>	Air rebusan daun	[7]
3.	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	Gerusan daun	[8]
4.	<i>Geranium</i>	Air rebusan daun	[9]
5.	<i>Jatropha curcas</i>	Lateks/getah	[25]
6.	<i>Carica Papaya</i>	Gerusan buah	[26]
7.	<i>Syzygium cumini</i>	Ekstrak daun dan biji	[27]
8.	<i>Datura metel</i>	Ekstrak daun	[28]
9.	<i>Boswellia ovalifoliolata</i>	Serbuk kulit kayu	[29]
10.	<i>Oryza sativa</i>	Ekstrak dari rebusan daun	[30]

Dalam biosintesis nanopartikel perak, yang menggunakan tumbuhan, Ag (0) terbentuk melalui reaksi reduksi oksidasi (redoks) dari ion Ag (I) yang terdapat pada larutan maupun ion Ag (I) yang terkandung dalam tumbuhan dengan senyawa tertentu, seperti enzim dan reduktan yang berasal dari bagian tumbuhan [24]. Proses reduksi hingga terbentuk nanopartikel perak tidak lepas dari peran senyawa tertentu yang terdapat pada jenis tumbuhan yang digunakan. Pada tumbuhan *A. indica*, diduga bahwa terpenoid dan flavonoid dari air rebusan memfasilitasi terjadinya reduksi karena memiliki *surface active molecule stabilizing* [6]. Khesarwani et al. [28] berhipotesis bahwa senyawa yang diduga

plastohidrokuinon atau kuinol. Sementara itu, menurut Jha, et al., senyawa yang berperan dalam proses reduksi terdiri dari beberapa senyawa metabolit sekunder tumbuhan seperti, senyawa terpenoid jenis *citronellol* dan *geraniol*, lalu keton, aldehid, amida, dan asam karboksilat. Hasil tersebut diperoleh dari analisis IR spektrofotometri [31]. Hingga saat ini, mekanisme proses biosintesis terkait dengan reduksi Ag^+ menjadi nanopartikel perak masih terus diteliti.

2.2 Metode Kolorimetri Berbasis Nanopartikel Perak

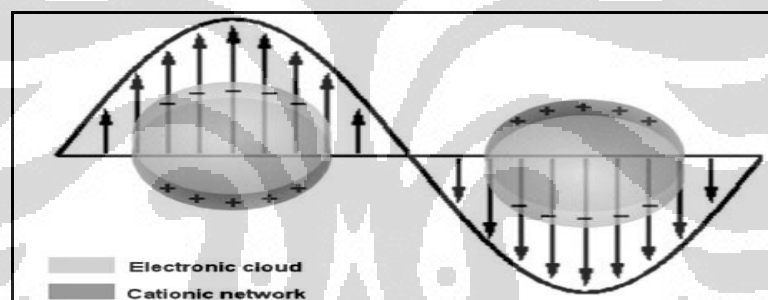
Dalam bentuk makro, perak merupakan logam yang berwarna putih cemerlang dan sangat mudah ditempa. Perak mempunyai nomor atom 47 dan nomor masa 107,87. Perak mempunyai bilangan oksidasi 0, +1, +2, dan +3. Perak dengan bilangan oksidasi 0 dan +1 merupakan spesies yang sangat banyak, sementara perak dengan bilangan oksidasi +2 dan +3 merupakan spesies yang sangat jarang. Sumber perak yang paling penting adalah *argentite* (Ag_2S) dan AgCl . [32]. Perak digunakan dalam pembuatan alat-alat makan, mata uang logam, perhiasan, aki. Perak juga digunakan untuk material fotografi dan cermin [33].

Nanopartikel perak telah dipelajari secara intensif karena memiliki sifat optik dan *sensing* yang unik [14]. Larutan nanopartikel perak berwarna kuning cemerlang dibandingkan dengan larutan perak nitrat yang tidak berwarna dan logam perak ukuran makro seperti Gambar 2.1. [17]. Gambar 2.1. merupakan larutan nanopartikel perak hasil dari perak nitrat yang reduksi oleh natrium borohidrid. Larutan nanopartikel perak dengan agen pereduksi natrium borohidrid menunjukkan absorpsi plasmon sekitar 400 nm [14-18].



Gambar 2.1. Larutan nanopartikel perak berwarna kuning cerah [17].

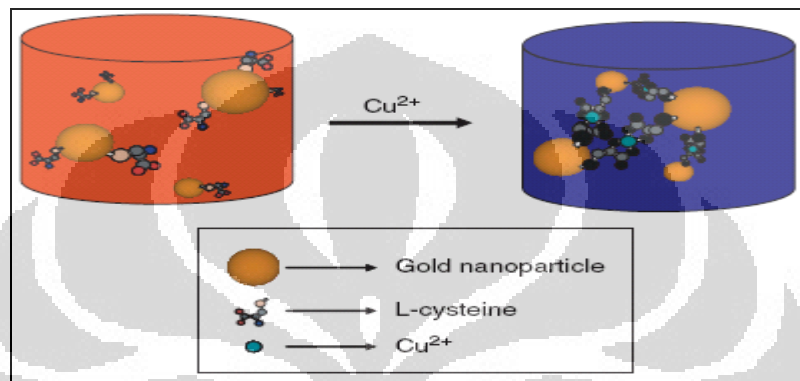
Warna larutan nanopartikel perak ialah manifestasi dari *localized surface plasmon absorption* (LSPR). LSPR merupakan osilasi gabungan dari elektron konduksi pada nanopartikel. Eksitasi LSPR diinduksi oleh medan listrik dari cahaya datang di mana resonansi terjadi [3,14]. Hal itu dapat diilustrasikan seperti Gambar 2.2. Perpindahan awan elektron karena medan listrik membuat permukaan bermuatan, positif di mana kekurangan awan elektron, negatif di mana awan elektron terkonsentrasi [3]. Ketika resonansi terjadi, muncul pita absorpsi yang kuat dari plasmon permukaan. Posisi, bentuk, dan intensitas LSPR merupakan fungsi beberapa faktor, seperti bentuk, ukuran, dan komposisi partikel, jarak antar partikel, spesies yang teradsorpsi, serta konstanta dielektrik medium [3,13-15,19]. Faktor-faktor tersebut telah digunakan untuk mendeteksi berbagai macam analit dengan metode kolorimetri, seperti ion-ion logam berat [13-16,34], melamin [18], pestisida [35], asam amino, dan DNA.



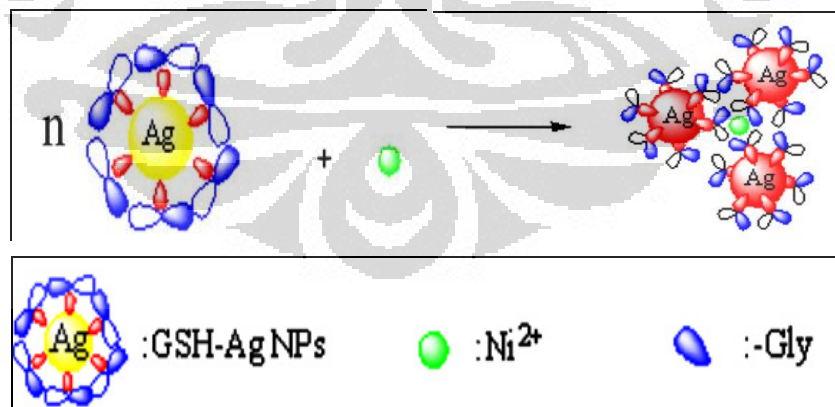
Gambar 2.2. Skematik representasi osilasi awan elektron dalam nanopartikel karena efek medan elektromagnetik [3].

Metode kolorimetri merupakan metode yang berdasarkan penyerapan sinar tampak oleh suatu larutan berwarna. Dalam metode kolorimetri, sinyal target yang terjadi melalui perubahan warna dalam medium reaksi [12]. Baru-baru ini, metode kolorimetri yang sangat sensitif dan selektif menggunakan nanopartikel emas dan perak sudah secara luas dimanfaatkan. Hal ini karena nanopartikel logam mulia memiliki koefisien punah (*extinction coefficient*) yang sangat tinggi dan sifat optis yang bergantung pada ukuran dan bentuk partikel, konstanta dielektrik medium, komposisi, dan jarak antarpartikel [3,13,15]. Secara umum, kolorimetri menggunakan nanopartikel logam mulia berdasarkan pada agregasi nanopartikel

karena reaksi antara ligan pada permukaan nanopartikel dengan molekul analit. Perubahan warna larutan terjadi ketika jarak rata-rata antar partikel berkurang [4]. Nanopartikel emas yang terdispersi berwarna merah, sedangkan agregasinya berwarna biru. Sementara itu, nanopartikel perak yang terdispersi berwarna kuning cerah, sedangkan agregasinya berwarna merah [15]. Hal tersebut diilustrasikan pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



Gambar 2.3 Skema sensor kolorimetri Cu^{2+} . Permukaan nanopartikel emas difungsionalisasi dengan L-cysteine yang mengikat ion-ion tembaga. Penambahan ion tembaga ke dalam larutan, menginduksi agregasi nanopartikel emas, yang dimanifestasikan dengan perubahan warna larutan [36].



Gambar 2.4 Agregasi GSH-AgNPs diinduksi oleh penambahan Ni^{2+} [13].

Secara rasional, permukaan nanopartikel logam mulia yang dimodifikasi dengan ligan yang dapat mengenali analit merupakan hal yang penting. Ligan tidak hanya meningkatkan stabilitas nanopartikel dalam pelarut yang berbeda, tetapi juga sebagai akseptor bagi analit [13,15]. Beberapa peneliti telah melaporkan penggunaan nanopartikel perak yang difungsionalisasi ligan-ligan tertentu untuk mendeteksi nikel [13], kobal [15], kadmium [16], melamin [18], dan pestisida [35].

2.4 Pencemaran Air oleh Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur transisi dengan orbital d yang tidak penuh. Logam berat mempunyai densitas lebih besar dari 5 g/cm^3 [37]. Beberapa contoh logam berat ialah As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn, Co, Mn, Mo, Pt, dan Hg [32].

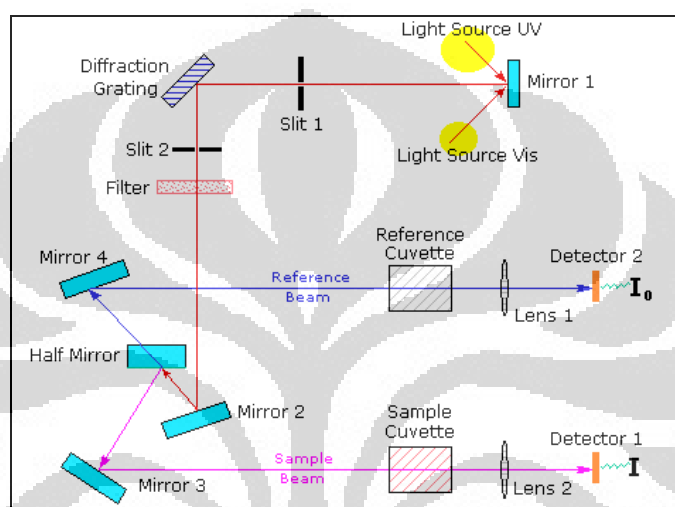
Logam berat merupakan polutan yang tersebar luas di alam dan berdampak negatif bagi lingkungan karena bersifat *non-biodegradable* dan *persistent*. Sumber-sumber logam berat berasal dari aktivitas pertanian dan industri. Konsentrasi logam berat di atas ambang batas yang diijinkan akan bersifat toksik bagi organisme [37]. Berikut daftar kadar kontaminasi maksimum air minum [33]. Sekarang ini, polusi logam berat dalam sistem akuatik sudah menjadi ancaman yang serius

Tabel 2.2. Kadar kontaminasi maksimum logam berat untuk air minum [33].

No.	Logam Berat	Kontaminasi Maksimum dalam air minum (ppm)
1.	Arsenik	0,03
2.	Besi	0,3
3.	Kadmium	0,005
4.	Kromium	0,1
5.	Merkuri	0,002
7.	Mangan	0,05
8.	Seng	5
9	Tembaga	1,3
10	Timbal	0,005

2.5. Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi nanopartikel dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam peralatan, antara lain spektrofotometer UV-Vis, TEM (Transmission Electron Microscope), AFM (Atomic Force Microscope), SEM (Scanning Electron Microscope), dan XRD (X-ray diffraction). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrometer UV-Vis.. Diagram komponen spektrofotometer, umumnya, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.5. Skematik instrumen spektrometer UV-Vis [38].

Fungsi dari instrumentasi ini relatif sederhana. Berkas sinar dari sumber radiasi *UV-Visible* dipisahkan menjadi komponen panjang gelombangnya dengan prisma ataupun *diffraction grating*. Kemudian, setiap berkas sinar monokromatis akan dipilah menjadi dua bagian dengan intensitas yang sebanding oleh peralatan *half mirror*. Satu berkas sinar, berkas sampel, dilewatkan melalui wadah yang transparan (kuvet) yang berisi larutan senyawa yang dipelajari dalam pelarut yang transparan. Berkas sinar lain ialah pembanding, dilewatkan melalui kuvet yang identik dengan kuvet sampel, tetapi hanya mengandung pelarutnya saja. Intensitas berkas sinar ini diukur dengan detektor dan keduanya dibandingkan. Intensitas dari berkas pembanding, di mana tentunya tidak mengalami proses serapan (kalaupun ada cukup kecil) ditentukan sebagai berkas dengan intensitas I_0 . Intensitas dari berkas sampel ditentukan sebagai I . Dalam periode waktu yang singkat, spektrofotometer memindai secara otomatis seluruh komponen panjang

gelombang dalam daerah tertentu. Scan daerah UV umumnya dilakukan dari 200 s.d 400 nm, dan scan daerah *Visible* dilakukan dari 400 s.d 800 nm. [38]

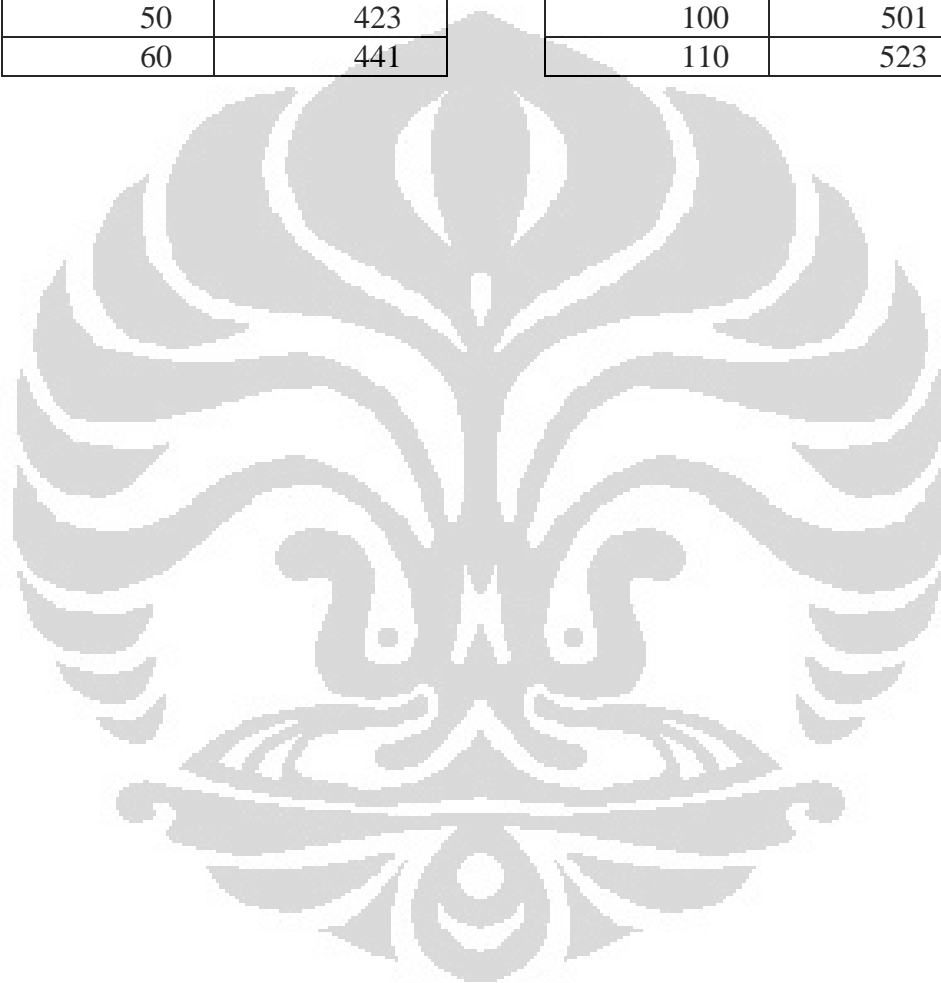
Jika senyawa sampel tidak mengabsorpsi pada suatu panjang gelombang maka $I = I_0$. Jika senyawa sampel mengabsorpsi sinar maka I menjadi lebih kecil dari I_0 . Perbedaan ini dapat diplotkan terhadap panjang gelombang. Adanya absorpsi tersebut dapat dipresentasikan sebagai transmittan [$T=I/I_0$ atau lebih umum persen transmittan, $\%T = I/I_0 \times 100\%$] atau absorban [$A=\log I_0/I$]. Jika tidak ada absorpsi maka $T = 1,0$ ($\%T=100$) dan $A = 0$. Kebanyakan spektrofotometer menggambarkan absorban pada aksis tegak. Panjang gelombang dari absorban maksimum adalah nilai karakteristik suatu serapan oleh senyawa, dinyatakan sebagai λ_{\max} [38].

Spektrofotometer UV-vis yang digunakan untuk mengetahui karakteristik yang unik dari nanopartikel yang terbentuk berdasarkan spektrum puncak absorbansinya. Absorbansi di panjang gelombang tertentu menunjukkan karakter tertentu dari suatu senyawa atau partikel. Nilai puncak absorbansi dari nanopartikel perak umumnya sekitar 400-500 nm, sementara nanopartikel emas memiliki puncak absorbansi di kisaran panjang gelombang 550 nm [17,30]. Pertambahan yang progresif dari puncak absorpsi, umumnya terjadi seiring dengan bertambahnya waktu reaksi dan konsentrasi dari ekstrak tumbuhan dengan garam ion. Spektrum UV-Vis menunjukkan karakter dari *surface plasmon resonance* (SPR) dari partikel berukuran nano [24,30]. SPR merupakan hasil eksitasi dari *surface plasmon* oleh cahaya terhadap suatu struktur logam yang berukuran nanometer.

Dari hasil spektrofotometer, nilai absorbansi dapat menunjukkan secara kualitatif jumlah nanopartikel perak yang terbentuk. Sementara spektrum absorbansi maksimal (nm) dapat menunjukkan ukuran dari nanopartikel yang dihasilkan. Semakin besar lambda maksimum semakin besar pula ukuran nanopartikel. Berikut tabel yang menunjukkan panjang gelombang di absorbansi maksimum menunjukkan kisaran ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan.

Tabel 2.1. Panjang gelombang pada absorpsi maksimum menunjukkan ukuran nanopartikel perak [17].

Ukuran partikel (nm)	Kisaran Lambda (nm)	Ukuran partikel (nm)	Kisaran Lambda (nm)
20	405	70	451
30	410	80	467
40	416	90	493
50	423	100	501
60	441	110	523



BAB III

METODA EKSPERIMEN

3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi daun bisbul, AgNO_3 [Duchefa Biochemie], air destilasi, akuabides, PVA, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 99%, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 99%, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 99,5 %, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 99% [Merck]. Selain itu, bahan yang digunakan adalah aluminium foil, kertas aluminium, kertas saring whatman no.1, nilon, dan kertas tisu.

3.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ialah Oven [LAB LINE], timbangan analitik [Shimadzu LIBROR AEL-200], spektrofotometer UV-Vis [Thermo], pemanas listrik dan pengaduk magnetik [IKAMAG RCT], mikropipet 1—5 ml [BOECO], pipet tetes, erlenmeyer, labu ukur, *pH specialized indicator* (kisaran pH 1--14) [Merck], batang pengaduk magnetik, cawan petri (diameter 8,5 cm), kuvet disposable 280--700 nm [Kartel], botol vial 30 ml, pelat tetes, corong pisah, botol bekas selai, botol semprot, pisau *stainlesstell*, pinset, masker, dan kamera digital [Canon IXUS 60].

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan dan Laboratorium Genetika, Departemen Biologi, FMIPA UI, serta Lab. *Smart Systems Technology*, Departemen Fisika, FMIPA UI.

3.4 Cara kerja

3.4.1. Dekontaminasi Material Organik dan Anorganik pada Alat Gelas

Alat-alat gelas dicuci dengan menggunakan sabun dan disikat, kemudian untuk menghilangkan material organik digunakan pencucian dengan larutan NaOH-alkohol, yaitu berupa campuran etanol (95%) 1 L dengan 120 mL H_2O yang mengandung 120 g NaOH atau 105 g KOH. Selanjutnya dibilas dengan

akuades. Sementara untuk dekontaminasi residu logam pada peralatan gelas, digunakan larutan yang mengandung 2% NaOH dan 1% Na₂EDTA. Peralatan gelas direndam selama 2 jam dalam larutan tersebut, kemudian dibilas beberapa kali dengan akuades [39].

3.4.2 Pembuatan Larutan 1mM AgNO₃

Larutan stok AgNO₃ 1 mM dibuat dengan menimbang 0,085 gram serbuk AgNO₃ [Dhucefa Biochemistries], kemudian dilarutkan ke dalam akuabides 500 mL. Selanjutnya, larutan perak nitrat dikocok. Selanjutnya, larutan perak nitrat dapat digunakan langsung. Larutan perak nitrat disimpan dalam lemari es ketika tidak dipakai.

3.4.3 Pembuatan Air Rebusan Daun Bisbul Segar

Tanaman yang digunakan untuk proses biosintesis yaitu *D.blancoi* (Bisbul). Tanaman tersebut diperoleh di lingkungan kampus FMIPA UI, Depok, Jawa Barat. Bagian tanaman yang digunakan ialah daun dalam kondisi segar. Daun tersebut dipetik lalu dicuci hingga bersih dengan akuades dan dikeringkan hingga air cucian tiris. Setelah itu, daun tersebut dipotong-potong seragam 2 cm x 2 cm dan ditimbang seberat 10 gram, lalu direbus dengan 50 mL akuabides dalam Erlenmeyer 500 mL. Selanjutnya, rebusan dibiarkan mendidih selama 5 menit. Setelah mencapai suhu ruang, air rebusan dituang dan disaring dengan menggunakan kertas Whatman No.1. Air rebusan tersebut selanjutnya dapat digunakan langsung untuk proses biosintesis. Air rebusan daun bisbul disimpan dalam lemari es ketika tidak dipakai. Air rebusan dapat disimpan selama 1 pekan.

3.4.4 Pembuatan Larutan PVA 1%

Larutan stok PVA 1% dibuat dengan menimbang 0,75 gram PVA dan dilarutkan dengan akuabides 75 mL. Selanjutnya, larutan PVA 1% direbus sampai mendidih selama 5 menit. Setelah mencapai suhu ruang, larutan PVA 1% dapat digunakan untuk proses modifikasi.

3.4.5 Pembuatan Larutan Analit Cu^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+}

Larutan stok Cu^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} dengan konsentrasi 1000 ppm dibuat dengan menimbang serbuk $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,1341 gram, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,0799 gram, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,1538 gram, dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,2199 gram masing-masing dilarutkan dalam akuabides 50 mL. Larutan 5000 ppm Cu^{2+} dibuat dengan melarutkan 0,6705 gram serbuk $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ke dalam 50 mL akuabides.

Selanjutnya, larutan-larutan disonikator selama 10 menit. Larutan analit disimpan dalam lemari es ketika tidak dipakai. Untuk pembuatan analit dengan berbagai variasi konsentrasi yang lain dihitung dengan menggunakan rumus:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

Keterangan:

M_1 = Konsentrasi larutan stok

V_1 = Volume larutan stok yang akan ditambahkan

M_2 = Konsentrasi yang hendak dibuat

V_2 = Volume larutan yang akan dibuat

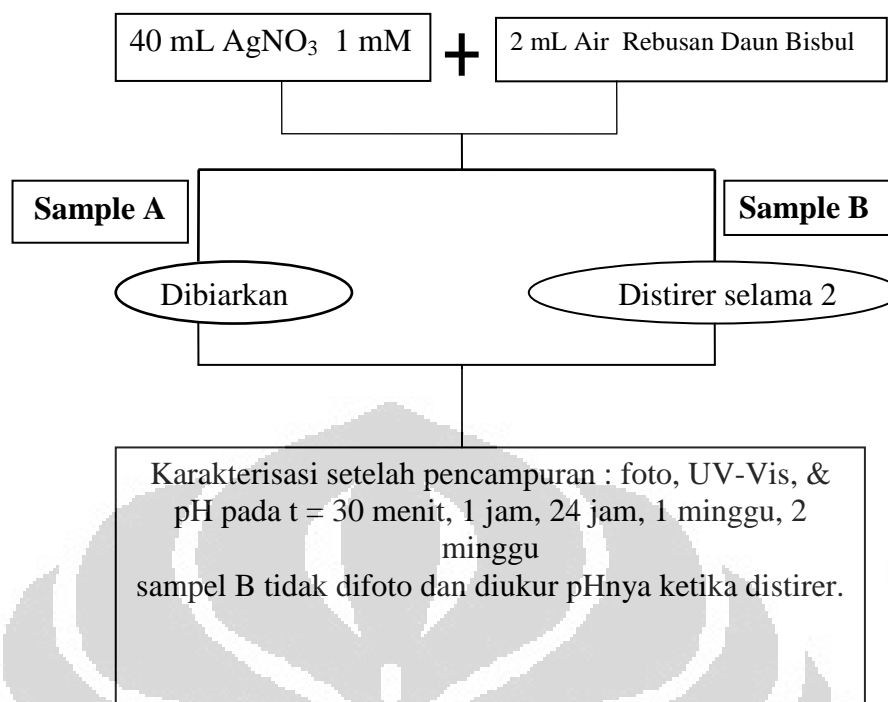
3.4.6 Biosintesis Nanopartikel Perak

Biosintesis nanopartikel perak dilakukan dengan mencampur larutan AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul. Ada 2 macam proses biosintesis yang dilakukan yaitu :

Sampel A: 2 mL air rebusan daun bisbul dicampurkan ke dalam larutan 40 mL AgNO_3 , kemudian larutan campuran dibiarkan saja. Larutan campuran ini dikarakterisasi berupa: foto, spektrum UV-Vis, dan pH pada waktu ke-30, 1 jam, 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu.

Sampel B: 2 mL air rebusan daun bisbul dicampurkan ke dalam larutan 40 mL AgNO_3 , kemudian larutan campuran distirer selama 2 jam. Larutan campuran ini dikarakterisasi dengan spektrofometer UV-Vis pada waktu ke-30, 1 jam, 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Selain itu, larutan campuran ini difoto dan diukur pHnya pada waktu ke-24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu.

Proses pembuatan sampel A dan B didapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Tahapan biosintesis nanopartikel perak.

3.4.7 Modifikasi Nanopartikel Perak

Dalam penelitian ini, modifikasi nanopartikel perak dilakukan dengan penambahan PVA pada waktu yang berbeda yaitu 0, 1, dan 24 jam setelah AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul dibiarkan bereaksi. Jadi ada 3 macam sampel yang berbeda yaitu:

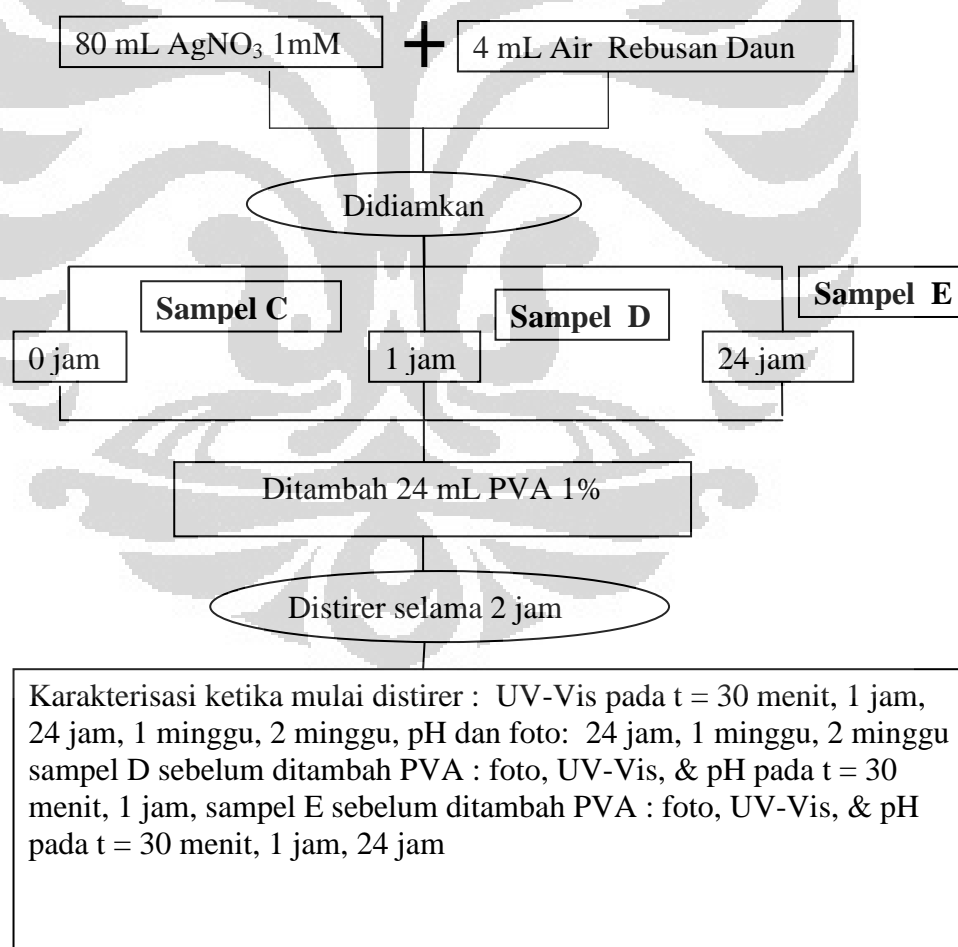
Sampel C: 4 mL air rebusan daun bisbul dicampurkan ke dalam 80 mL AgNO_3 , kemudian ditambah 24 mL PVA 1 % dan distirer selama 2 jam. Larutan campuran ini dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis pada waktu ke-30, 1 jam, 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Selain itu, larutan campuran ini difoto dan diukur pHnya pada waktu ke-24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu.

Sampel D: 4 mL air rebusan daun bisbul dicampurkan ke dalam 80 mL AgNO_3 . Campuran larutan ini dibiarkan bereaksi selama 1 jam. Larutan ini difoto, dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis, dan pHnya pada menit ke-30 dan 60, kemudian ditambahkan 24 mL PVA 1 % dan distirer selama 2 jam. Larutan campuran ini dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis

pada waktu ke-30 menit, 1 jam, 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Selain itu, larutan campuran ini difoto dan diukur pHnya pada waktu ke-24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu.

Sampel E: 4 mL air rebusan daun bisbul dicampurkan ke dalam 80 mL AgNO_3 1 mM. Campuran larutan ini dibiarkan bereaksi selama 24 jam. Larutan difoto, dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis, dan pHnya pada menit ke-30, 60, dan 1440, kemudian ditambahkan 24 mL PVA 1% dan distirer selama 2 jam. Larutan campuran ini dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis pada waktu ke-30, 1 jam, 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Selain itu, larutan campuran ini difoto dan diukur pHnya pada waktu ke-24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu.

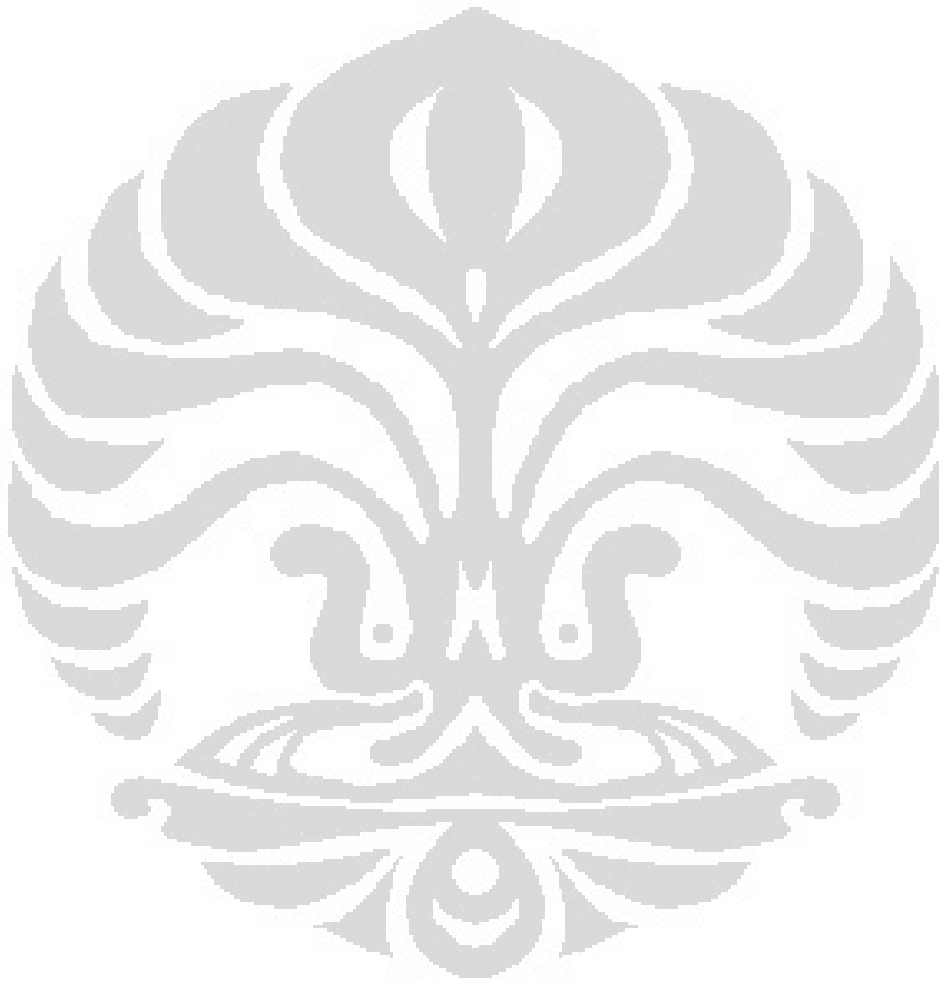
Proses pembuatan sampel C-E dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Tahapan modifikasi nanopartikel perak.

3.4.8 Proses Pengujian Larutan Indikator

1 mL larutan analit dengan berbagai variasi konsentrasi yang telah ditentukan diberikan larutan indikator 2 mL. Hasil pengujian diamati perubahan warna yang terjadi dan difoto. Beberapa hasil pengujian larutan indikator diukur dengan UV-Vis setelah 30 menit dan diukur pHnya.



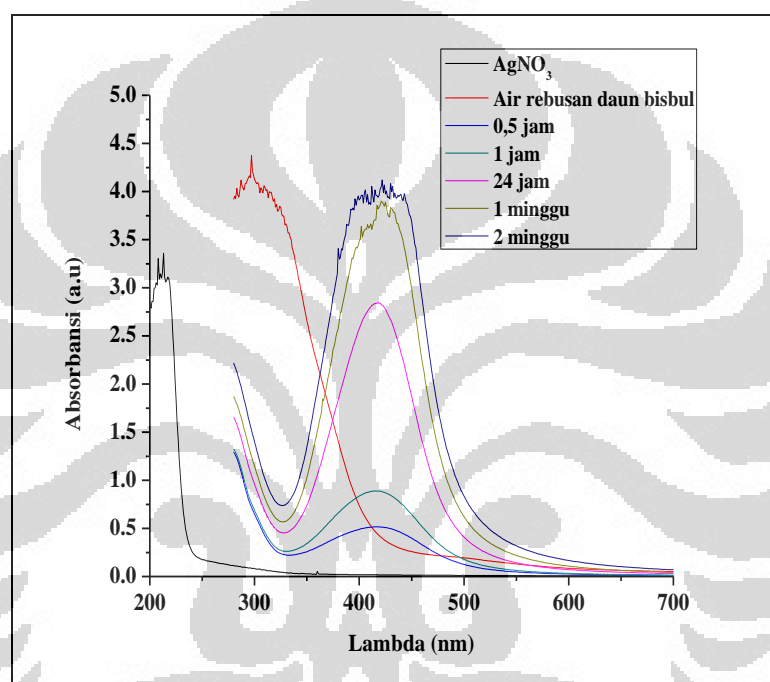
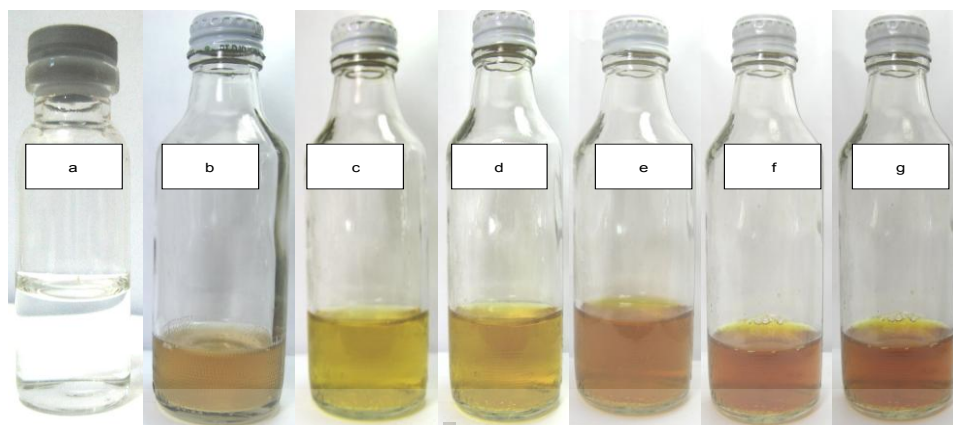
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil-hasil karakterisasi biosintesis nanopartikel perak, modifikasi nanopartikel perak dengan PVA, dan pengujian larutan indikator.

4.1 Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul

Dalam bagian ini, akan dibahas hasil karakterisasi sampel A. Perubahan warna larutan dari bening menjadi kekuningan hingga coklat dapat menjadi salah satu indikator terbentuk nanopartikel perak [6-10,25,26,29]. Larutan campuran yang terdiri dari AgNO_3 air rebusan daun bisbul mengalami perubahan warna dari jernih menjadi kuning muda setelah setengah jam. Selanjutnya, larutan campuran tersebut berwarna coklat setelah satu hari (Gambar 4.1). Itu terjadi karena proses reduksi ion perak, sehingga terbentuk nanopartikel perak [26,29]. Gambar 4.1 menunjukkan hasil biosintesis nanopartikel perak menggunakan air rebusan daun bisbul. Larutan AgNO_3 mempunyai puncak spektrum absorpsi di panjang gelombang 220 nm [30]. Air rebusan daun bisbul hanya mempunyai puncak absorpsi di daerah sekitar 280-300 nm, pada panjang gelombang yang lebih besar, tidak terjadi absorpsi cahaya [10]. Setelah larutan AgNO_3 dicampur dengan air rebusan daun bisbul (sampel A), spektrum UV-Vis yang diperoleh sangat jauh berbeda dan diperoleh puncak absorpsi pada panjang gelombang 414-418 nm dalam pengamatan selama 2 minggu. Hasil tersebut sesuai dengan hasil yang daerah absorpsi nanopartikel perak [10,17]. Waktu reaksi sangat memengaruhi nanopartikel perak yang terbentuk. Absorbansi semakin membesar dengan penambahan waktu. Besar absorbansi berhubungan dengan jumlah nanopartikel yang terbentuk, sehingga dapat disimpulkan bahwa proses reaksi pembentukan nanopartikel perak dengan metode biosintesis menggunakan air rebusan daun bisbul mempunyai orde menit. Sementara itu, nilai pH larutan selama proses reaksi yang terjadi cenderung berada pada pH 4—5.

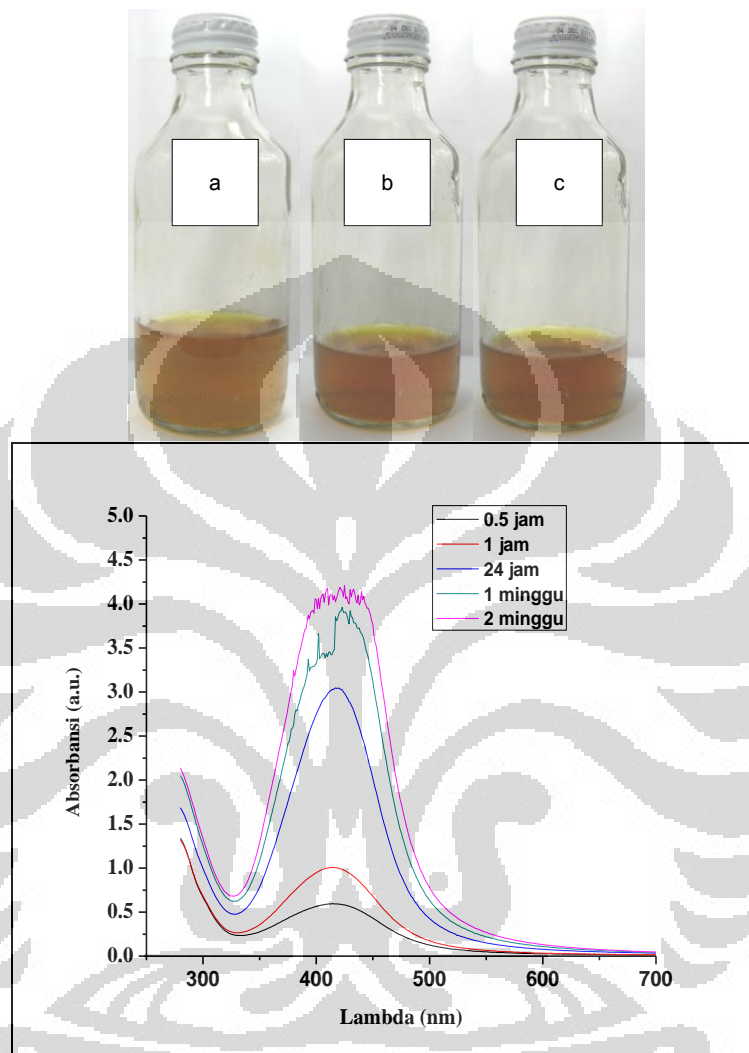


Gambar 4.1. Hasil foto: a. Larutan AgNO_3 ; b. Air rebusan daun bisbul; c-g. Sampel A fungsi waktu. Spektrum UV-Vis dari AgNO_3 , air rebusan daun bisbul, dan sampel A fungsi waktu.

4.2 Pengaruh Perlakuan Mekanik Terhadap Proses Biosintesis Nanopartikel Perak

Dalam penelitian ini, eksperimen untuk mengetahui perlakuan mekanik terhadap proses biosintesis nanopartikel perak dilakukan dengan cara menstirer larutan campuran AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul selama 2 jam di awal pencampuran (sampel B). Hasil karakterisasi sampel B menggunakan spektrofotometer UV-Vis ditunjukkan pada Gambar 4.2. Puncak absorpsi terletak pada panjang gelombang 414-419 nm dalam pengamatan selama 2 minggu.

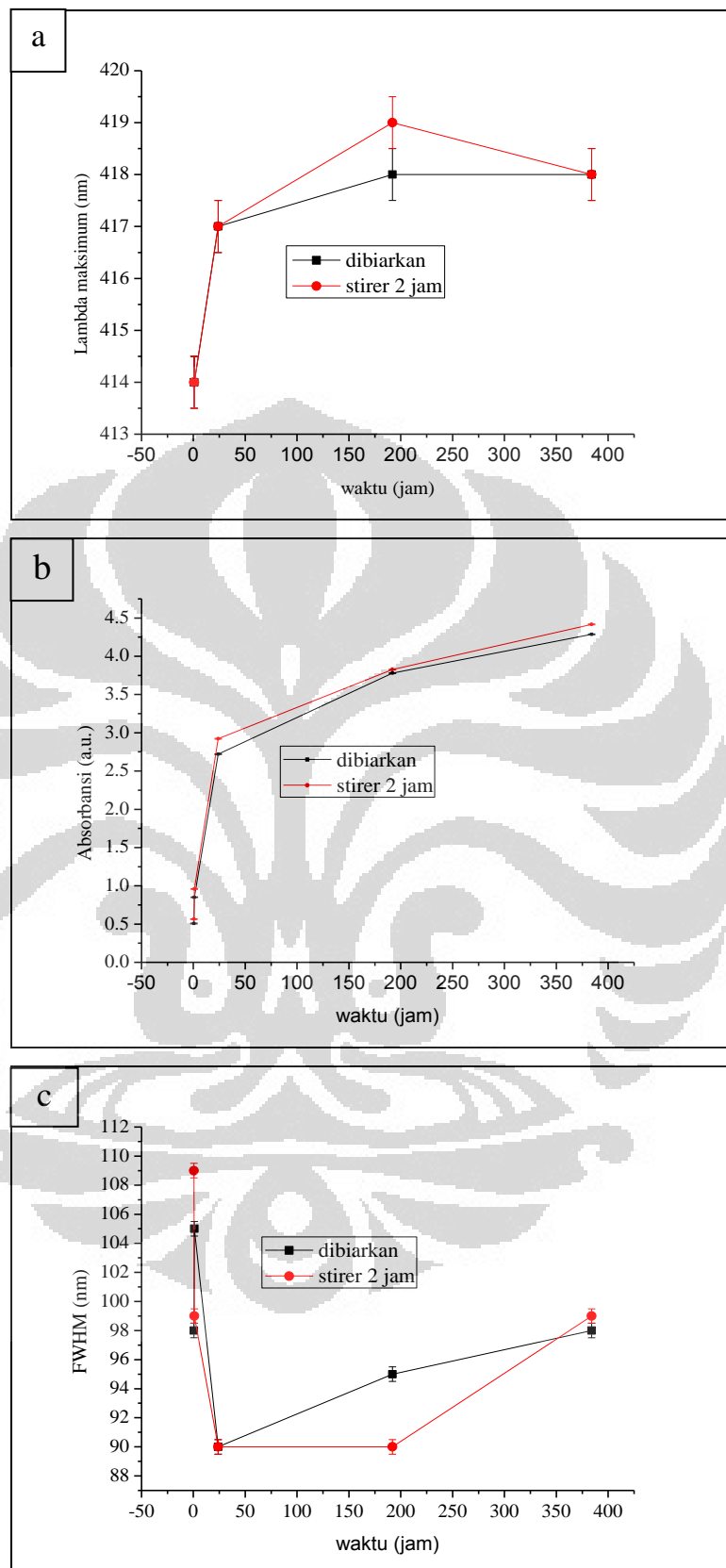
Absorbansi semakin membesar seiring dengan pertambahan waktu. Dari segi warna, sampel B mempunyai warna yang sama dengan sampel A. Koloid berwarna coklat, stabil selama 1 bulan tanpa pesipitasi.



Gambar 4.2. Hasil foto a- c. Sampel B setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Spektrum UV-Vis dari sampel B fungsi waktu.

Hasil eksperimen untuk mempelajari pengaruh perlakuan mekanik terhadap proses biosintesis nanopartikel perak ditampilkan pada Gambar 4.3. Analisis spektrum UV-Vis yang diperoleh dapat memberikan tiga informasi penting, yaitu ukuran, jumlah, dan distribusi nanopartikel yang terbentuk. Informasi panjang gelombang di absorbansi maksimum menunjukkan perbedaan ukuran diameter nanopartikel perak yang diperoleh [17,24]. Kedua sampel mengalami pola pergeseran λ_{\max} yang hampir sama dan berimpit (Gambar 4.3.a).

Sampel A mempunyai mempunyai puncak absorpsi pada $\lambda = 414-418$ nm, sedangkan sampel B mempunyai mempunyai puncak absorpsi pada $\lambda = 414-419$ nm, sehingga ukuran rata-rata nanopartikel perak dalam kedua sampel, diperkirakan berkisar 36-40 nm [17]. Pergeseran posisi λ_{\max} yang terkait dengan ukuran butir nanopartikel ini dapat disebabkan oleh dua kemungkinan. Kemungkinan pertama ialah nanopartikel terus mengalami pertumbuhan, sedangkan kemungkinan kedua ialah terjadi agregasi antar partikel [4,17]. Sementara itu, nilai absorbansi yang diperoleh dari hasil UV-Vis spektrofotometer memberikan informasi tentang jumlah nanopartikel yang terbentuk. Secara kualitatif, semakin tinggi nilai absorbansi dapat diasumsikan nanopartikel yang terbentuk semakin banyak atau konsentrasi nanopartikel dalam larutan semakin tinggi. Pengaruh stirer cenderung mempercepat reaksi antara AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul, sehingga nilai absorbansi pada biosintesis nanopartikel perak dengan cara distirer sedikit lebih tinggi daripada dibiarkan saja (Gambar 4.3.b). Kedua sampel mengalami pola pergeseran FWHM yang hampir sama (Gambar 4.3.c). FWHM memberikan informasi tentang distribusi ukuran nanopartikel [40]. FWHM dari kedua sampel mengalami penurunan sampai hari pertama dan naik kembali setelahnya. Hal itu menunjukkan semakin lama waktu reaksi, distribusi ukuran nanopartikel semakin besar. Hal itu juga tampak dari puncak spektrum UV-Vis yang mulai tidak simetris.

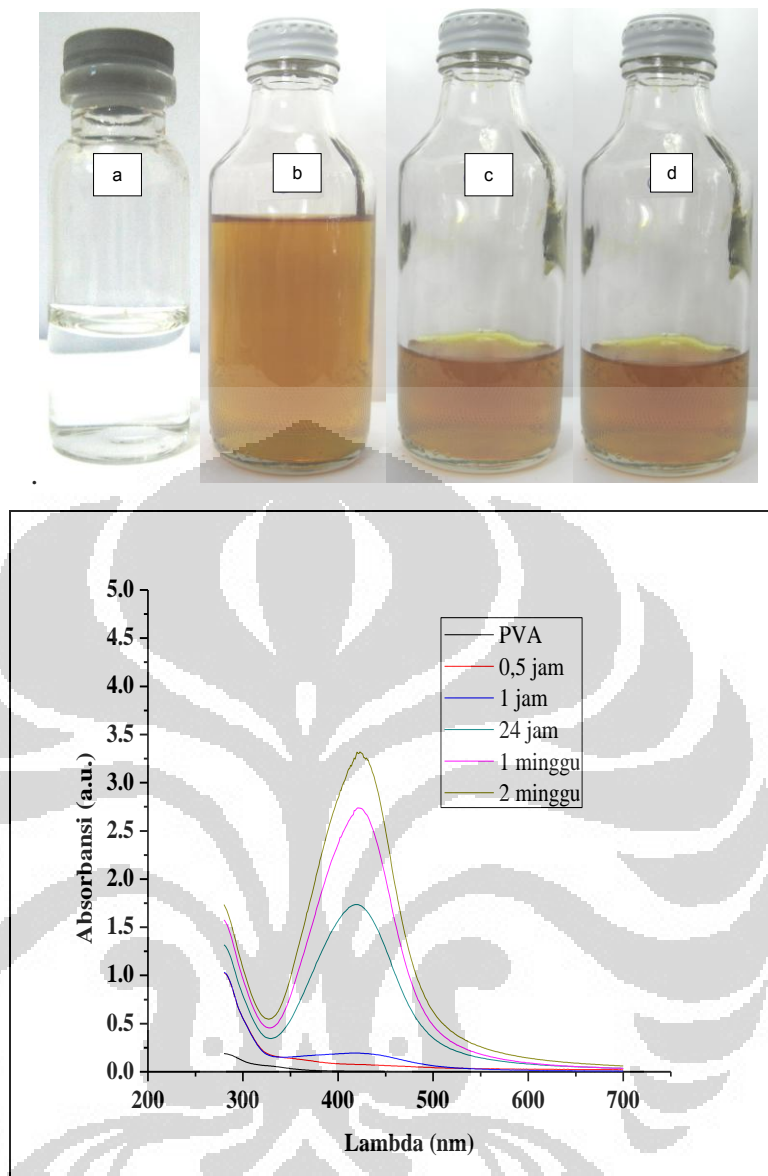


Gambar 4.3. Pengaruh stirer terhadap proses biosintesis nanopartikel.
 a. Absorbansi vs waktu b. Lamda maksimum vs waktu c. FWHM vs waktu

4.3 Modifikasi Nanopartikel Perak dengan PVA

Eksperimen untuk mengetahui pengaruh PVA terhadap proses pembentukan nanopartikel perak dilakukan dengan cara perbedaan waktu penambahan PVA, yaitu setelah 0, 1 jam, dan 24 jam AgNO_3 dibiarkan bereaksi dengan air rebusan daun bisbul. Gambar 4.4 menunjukkan hasil modifikasi nanopartikel perak dengan PVA, di mana PVA dicampurkan langsung ke dalam sistem AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul (sampel C). Larutan campuran yang terdiri dari AgNO_3 , air rebusan daun bisbul, dan PVA mengalami perubahan warna dari jernih menjadi kuning muda setelah satu jam. Selanjutnya, larutan campuran tersebut berwarna cokelat setelah satu hari. Perubahan warna menunjukkan air rebusan sedang beraksi. Itu terjadi karena proses reduksi ion perak oleh air rebusan daun bisbul, sehingga terbentuk nanopartikel perak [26,29]. Hal itu bukan disebabkan PVA karena PVA tidak dapat mereduksi Ag^+ pada temperatur ruang.

Berdasarkan spektrum UV-Vis yang diperoleh, tidak muncul puncak absorbansi di daerah 400-500 nm ketika AgNO_3 , air rebusan daun bisbul, dan PVA telah bereaksi selama setengah jam. Hal itu menunjukkan nanopartikel perak belum terbentuk. Hasil tersebut bersesuaian dengan larutan campuran masih berwarna bening setelah 30 menit. PVA mempunyai puncak absorbansi yang sangat kecil di panjang gelombang lebih kecil 300 nm. Puncak absorbansi di daerah 400-500 nm muncul setelah satu jam, yang berarti nanopartikel perak dalam sampel C sudah terbentuk. Puncak absorbansi terletak pada panjang gelombang 412-423 nm selama 2 minggu. Absorbansi semakin membesar dengan pertambahan waktu. Sementara itu, nilai pH larutan selama proses reaksi yang terjadi cenderung berada pada pH 4.



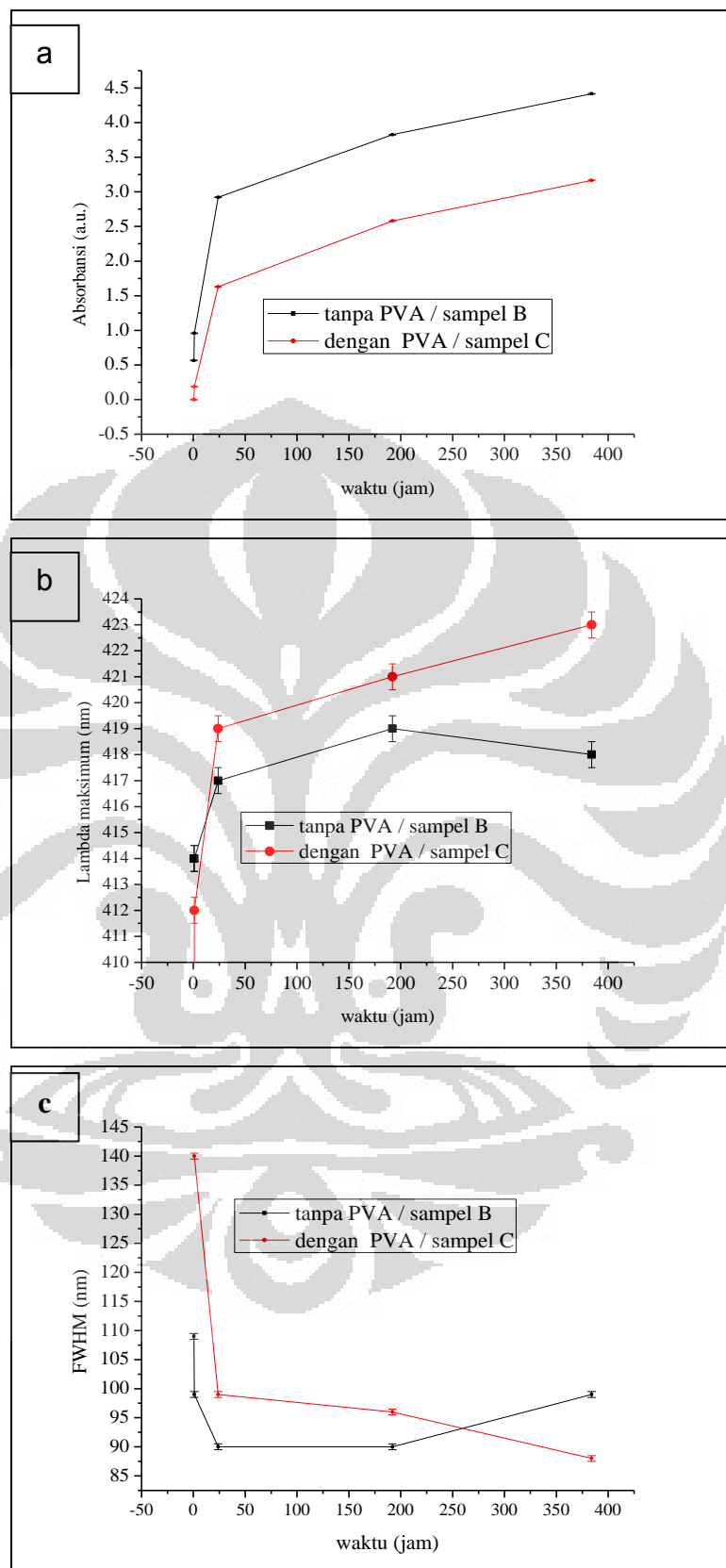
Gambar 4.4. Foto: a. Larutan PVA 1%, b- d. Sampel C setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu. Spektrum UV-Vis dari PVA dan sampel C fungsi waktu.

Hasil eksperimen untuk mengetahui pengaruh PVA pada proses pembentukan nanopartikel perak ditampilkan dalam Gambar 4.5. Laju reduksi Ag^+ diukur dengan membuat kurva absorbansi fungsi waktu dari sampel B dan C (lihat Gambar 4.5.a). Grafik tersebut menunjukkan laju reaksi nukleasi di dalam sampel C lebih lambat daripada sampel B pada awal reaksi sebagai akibat penambahan PVA. Hal tersebut karena PVA mengganggu reaksi antara AgNO_3

dan air rebusan daun bisbul, di mana rantai-rantai polimer PVA mengganggu pembentukan nanopartikel di dalam larutan [41]. Selanjutnya, kedua sampel mengalami laju pembentukan nanopartikel perak yang sama. Kedua sampel mengalami absorbansi yang meningkat seiring bertambahnya waktu. Secara keseluruhan, nilai absorbansi pada sampel C lebih rendah daripada sampel B. Hal itu mengindikasikan jumlah nanopartikel perak yang terbentuk tidak sebanyak seperti di dalam sampel B pada waktu yang sama. Kejadian tersebut karena di dalam sampel C, rantai-rantai polimer PVA yang ada di sekeliling partikel Ag^+ dan Ag^0 menghambat perkembangan dan nukleasi partikel secara sterik [41].

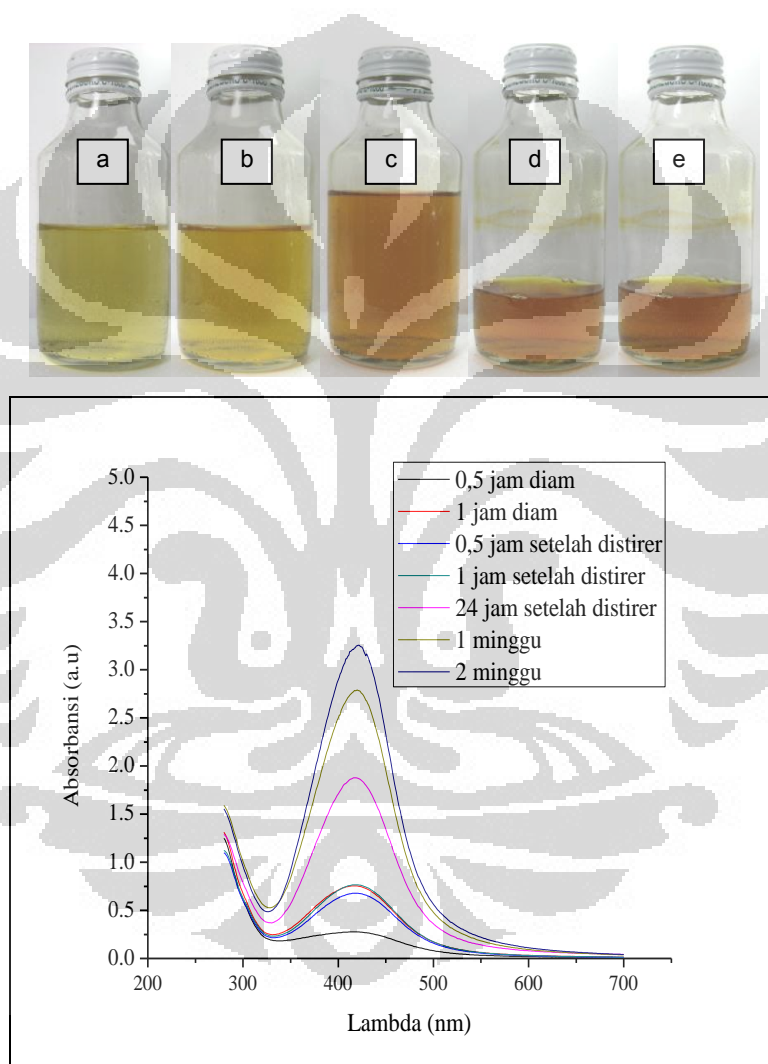
Berdasarkan Gambar 4.5.b., terjadi pola pergeseran λ_{max} yang hampir sama pada sampel B dan C. Pergeseran λ_{max} menuju panjang gelombang yang lebih besar mengindikasikan pertambahan ukuran nanopartikel [41]. Sampel C mempunyai mempunyai puncak absorpsi pada $\lambda = 412-421$ nm. Hasil yang hampir sama sudah ditemukan pada nanopartikel perak yang distabilisasi dengan PVA [41]. Nanopartikel perak yang terbentuk di dalam sampel C, diperkirakan mempunyai ukuran rata-rata berkisar 35-43 nm [17]. Nilai-nilai tersebut berbeda dengan panjang gelombang maksimum dari sampel B.

Berdasarkan grafik FWHM terhadap waktu (Gambar 4.5.c), nilai FWHM sampel C mengalami penurunan yang signifikan dan terus turun sampai 2 minggu. Hal tersebut menunjukkan distribusi ukuran nanopartikel perak semakin *monodisperse* di dalam sampel C. Monodispersitas tersebut terutama karena penggunaan PVA [41]. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, FWHM dari sampel B mengalami penurunan sampai hari pertama dan naik kembali setelahnya. Hal itu menunjukkan semakin lama waktu reaksi, distribusi ukuran nanopartikel semakin besar. Hal itu juga tampak dari puncak spektrum UV-Vis sampel B yang mulai tidak simetris mulai minggu pertama (lihat Gambar 4.2). Jadi, penambahan PVA ke dalam sistem $AgNO_3$ dan air rebusan daun bisbul, mempengaruhi laju pembentukan, lamda maksimum, dan monodispersitas ukuran nanopartikel perak.



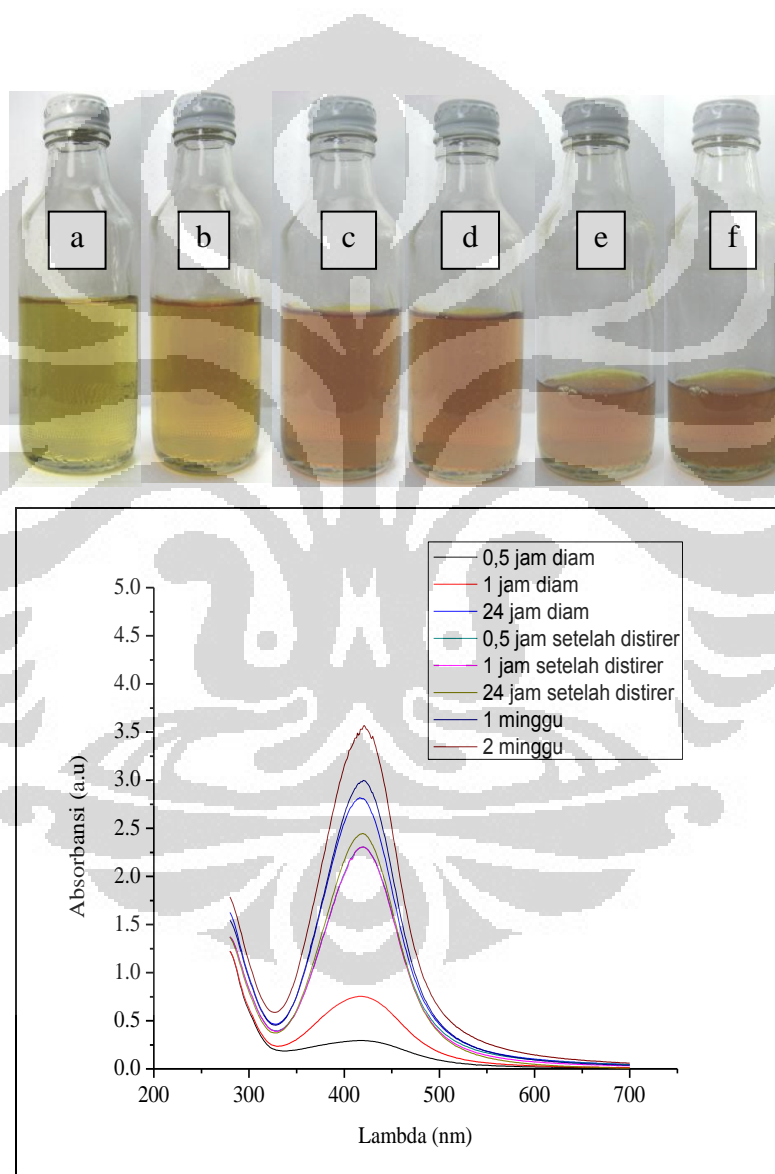
Gambar 4.5. Pengaruh penambahan PVA terhadap proses pembentukan nanopartikel perak. Absorbansi, Lamda maksimum waktu, & FWHM vs waktu

Gambar 4.6 menunjukkan hasil modifikasi nanopartikel perak dengan PVA, di mana PVA ditambahkan setelah AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul bereaksi selama 1 jam (sampel D). Berdasarkan Gambar 4.6., secara visual, perbedaan warna larutan tidak ada ketika PVA ditambahkan pada AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul yang telah bereaksi selama 1 jam. Puncak absorbansi terletak pada panjang gelombang 415-417 nm. Absorbansi semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu.



Gambar 4.6. Foto: a- b- d. Larutan AgNO_3 + air rebusan daun bisbul setelah 30 menit dan 1 jam; c-e Sampel D setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu dari mulai distirer. Spektrum UV-Vis dari sampel D fungsi UV-Vis waktu.

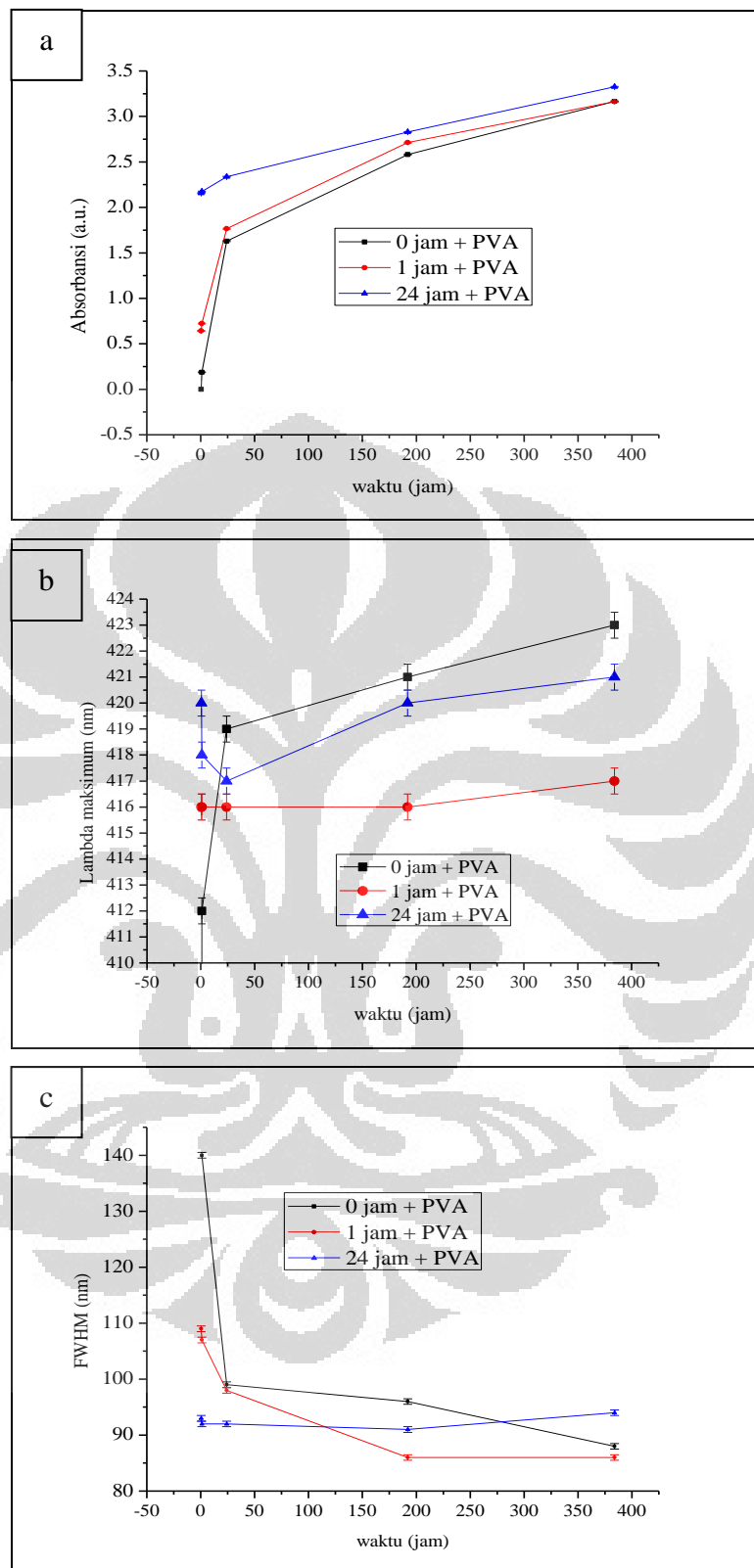
Gambar 4.7 menunjukkan hasil modifikasi nanopartikel perak dengan PVA, di mana PVA ditambahkan setelah AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul bereaksi selama 24 jam (sampel E). Berdasarkan Gambar 4.7., secara visual, perbedaan warna larutan tidak ada ketika PVA ditambahkan pada AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul yang telah bereaksi selama 24 jam. Puncak absorpsi terletak pada panjang gelombang 414-420 nm. Absorbansi semakin besar seiring dengan bertambahnya waktu.



Gambar 4.7. Foto: a- c. Larutan AgNO_3 + air rebusan daun bisbul setelah 30 menit, 1 jam, dan 24 jam ; c-e sampel C setelah 24 jam, 1 minggu, dan 2 minggu dari mulai distirer. Spektrum UV-Vis dari sampel E fungsi waktu.

Hasil eksperimen untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu penambahan PVA pada sistem AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul ditampilkan dalam Gambar 4.8. Berdasarkan Gambar 4.8.a., mula-mula terjadi perbedaan signifikan antara sampel E (24 jam +PVA) dengan C (0 jam + PVA) dan D (1 jam + PVA). Itu terjadi karena nanopartikel perak yang telah terbentuk sangat banyak di dalam sampel E. Ketika PVA sudah bereaksi selama 1 minggu, nilai ketiga kurva semakin berimpit. Laju pembentukan nanopartikel perak hampir sama pada sampel C dan D. Laju awal reduksi tinggi, tetapi pembentukan nanopartikel melambat setelah PVA bereaksi selama 1 hari. Sementara itu, laju pembentukan nanopartikel perak dalam sampel E cenderung konstan. Hal tersebut dimungkinkan karena rantai-rantai polimer tidak cukup memengaruhi pembentukan nanopartikel dalam larutan sampel E.

Ketiga sampel mengalami pola pergeseran λ_{max} yang hampir sama (Gambar 4.8.b). Pergeseran λ_{max} menuju panjang gelombang yang lebih besar mengindikasikan penambahan ukuran nanopartikel [41]. Sampel D mempunyai puncak absorpsi pada $\lambda = 415\text{-}417$ nm, sehingga nanopartikel perak yang terbentuk diperkirakan mempunyai ukuran rata-rata berkisar 37-38. Sampel E mempunyai puncak absorpsi pada $\lambda = 414\text{-}420$ nm, sehingga nanopartikel perak yang terbentuk diperkirakan mempunyai ukuran rata-rata berkisar 36-41 nm [17]. Berdasarkan Gambar 4.8.c, distribusi ukuran nanopartikel perak lebih mengalami penurunan pada sampel A dan B. Sementara itu, pada sampel E, distribusi ukuran nanopartikel perak cenderung konstan. Hasil tersebut menunjukkan PVA lebih efektif menstabilkan nanopartikel perak, jika dicampurkan lebih awal ke dalam sistem AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul. Hal tersebut karena rantai-rantai polimer lebih mudah menghambat perkembangan dan nukleasi nanopartikel perak yang masih berjumlah sedikit di awal reaksi.

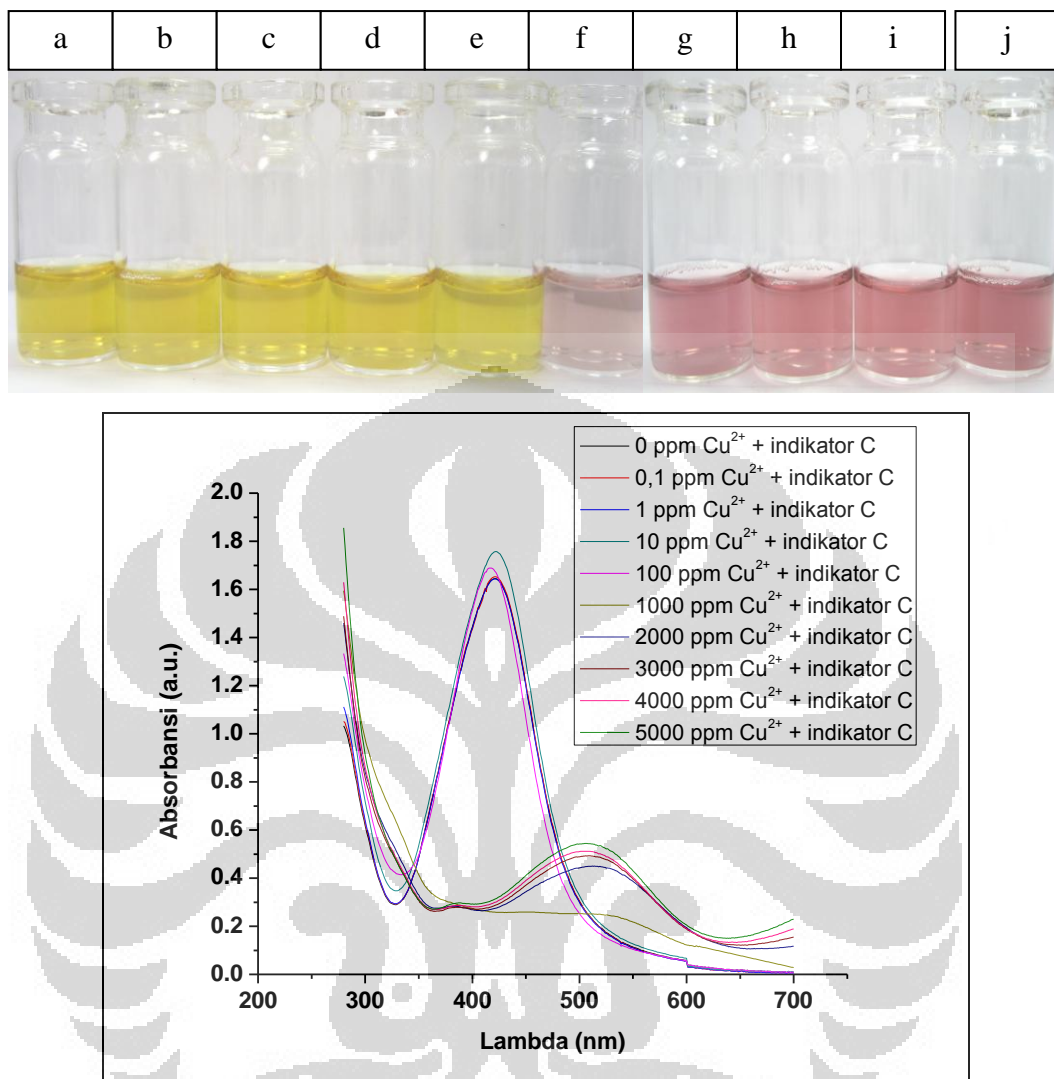


Gambar 4.8. Pengaruh perbedaan waktu pemberian PVA pada sistem AgNO_3 + air rebusan daun bisbul a. Absorbansi vs waktu b. Lambda maksimum vs waktu c. FWHM vs waktu. (Data diambil ketika mulai ditambah PVA).

4.4 Hasil Pengujian Larutan Indikator

4.4.1. Larutan indikator C (Sampel C)

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, nanopartikel perak yang dimodifikasi PVA dapat mendeteksi ion Cu^{2+} pada level 1000 ppm, sementara larutan indikator tidak berubah warna ketika diuji pada ion logam Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} . Oleh karena itu, sensitivitas larutan indikator ini diuji dengan memvariasikan konsentrasi ion Cu^{2+} . Hasil pengujian larutan indikator C pada variasi konsentrasi Cu^{2+} 0; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; & 5000 ppm ditampilkan pada Gambar 4.9. Larutan indikator yang diuji pada konsentrasi Cu^{2+} 0-100 ppm, warna hasil pengujian tidak berubah warna, walaupun dari spektrum UV-Vis hasil pengujian pada 100 ppm terjadi pergeseran spektrum. Namun, pada konsentrasi Cu^{2+} 1000 ppm tampak jelas terlihat, warna hasil pengujian ialah ungu muda dalam waktu kurang dari 1 menit. Sementara itu, larutan hasil pengujian berwarna merah pada konsentrasi Cu^{2+} 2000-5000 ppm. Hal ini bersesuaian dengan puncak absorbansi yang semakin naik pada konsentrasi tersebut. Hasil karakterisasi UV-Vis dari larutan indikator dan ion Cu^{2+} 2000-5000 ppm menunjukkan pita absorbansi baru pada panjang gelombang sekitar 505-512 nm (Gambar 4.9). Di lain pihak, warna larutan hasil pengujian indikator pada Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} , tidak menunjukkan perubahan warna. Tidak ada perubahan spektrum absorpsi UV-Vis dan warna yang jelas di dalam larutan lain ditunjukkan dalam Lampiran A. Dengan demikian, larutan indikator dari nanopartikel perak yang dimodifikasi dengan PVA hanya selektif terhadap Cu^{2+} .

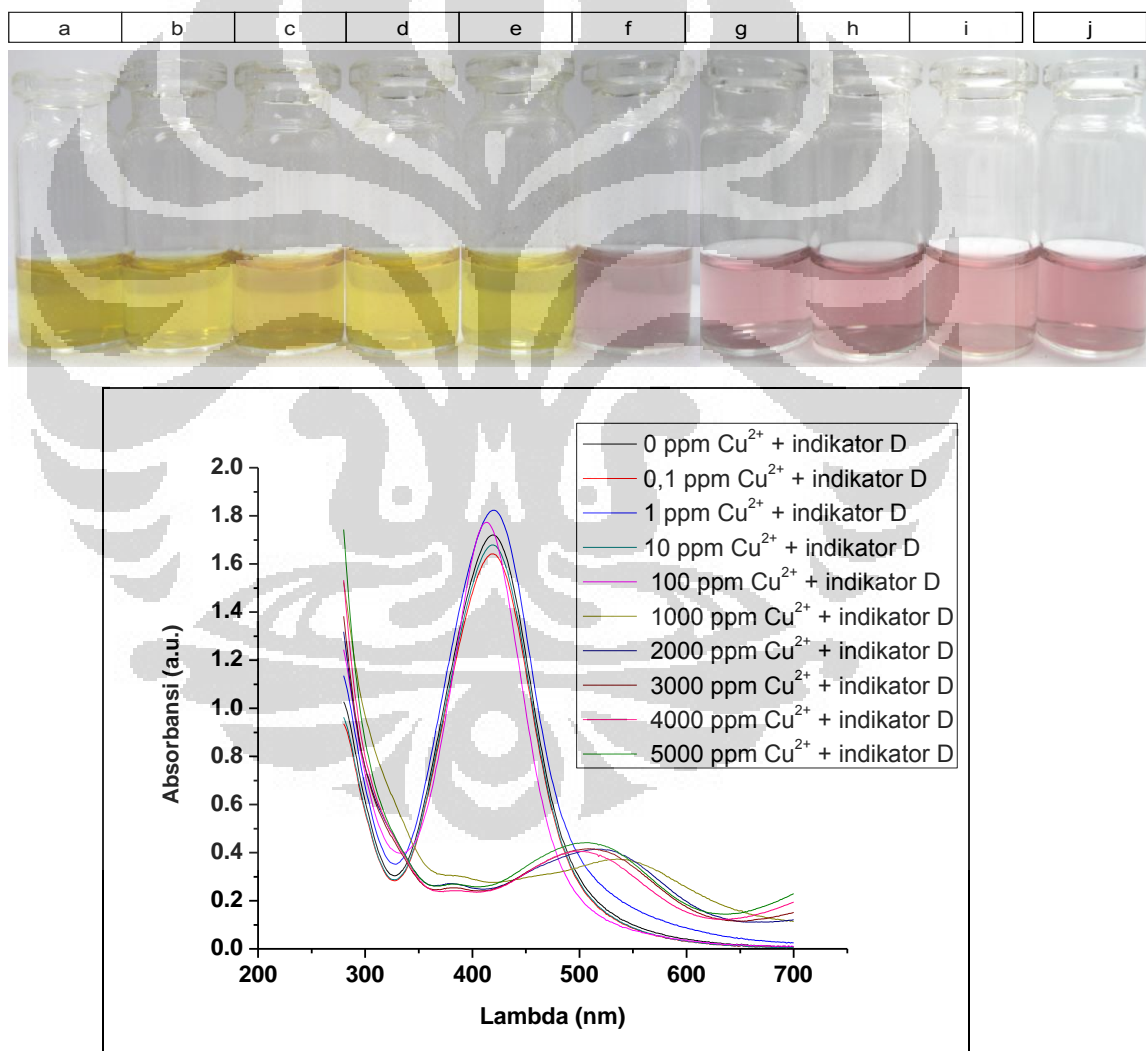


Gambar 4.9. Foto: a-j. Larutan Cu^{2+} + 0; 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; & 5000 ppm + indikator C. Spektrum UV-Vis dari hasil pengujian larutan indikator C pada Cu^{2+}

4.4.2. Larutan indikator D (Sampel D)

Hasil sensitivitas larutan indikator D yang diuji pada variasi konsentrasi ion Cu^{2+} ditampilkan pada Gambar 4.10. Hasil pengujian tidak menunjukkan perubahan warna ketika larutan indikator ini diuji pada konsentrasi Cu^{2+} 0-100 ppm, walaupun dari spektrum UV-Vis hasil pengujian pada 100 ppm terjadi pergeseran spektrum. Namun, pada konsentrasi Cu^{2+} 1000 ppm tampak jelas

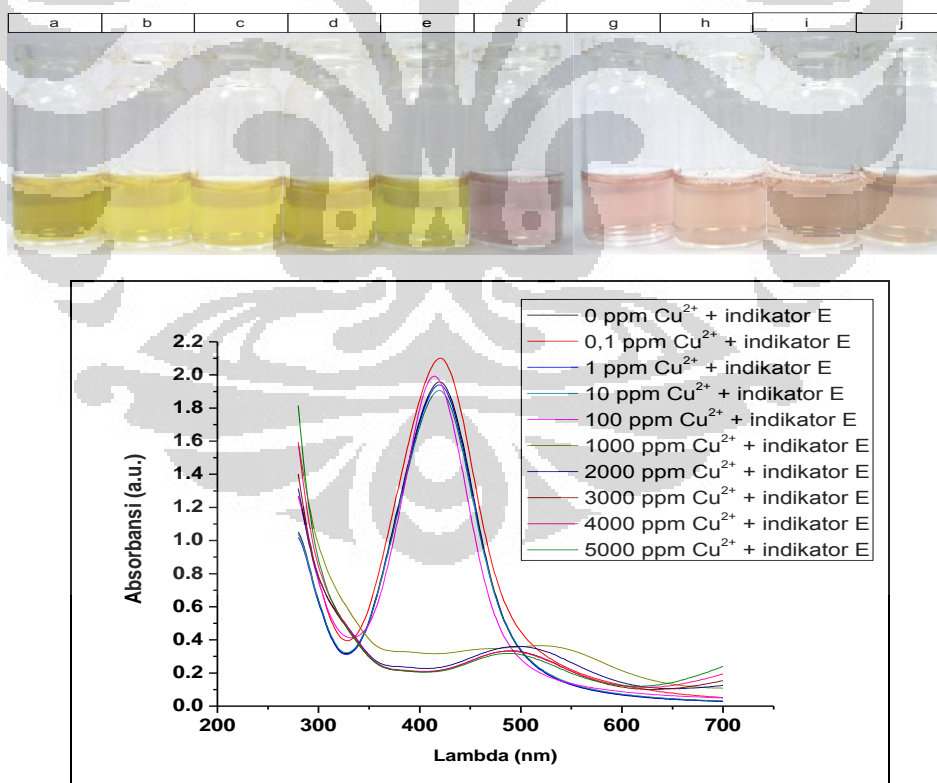
terlihat, warna hasil pengujian adalah ungu muda dalam waktu kurang dari 1 menit dan muncul pita absorpsi baru pada 535 nm. Sementara itu, larutan hasil pengujian semakin berwarna merah pada konsentrasi Cu^{2+} 2000-5000 ppm. Hal ini ditandai dengan terjadi pergeseran puncak absorpsi dari 419 nm menjadi 497-514 nm. Hal ini bersesuaian dengan puncak absorpsi yang cenderung naik pada konsentrasi tersebut. Di lain pihak, warna larutan hasil pengujian indikator pada Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} , tidak menunjukkan perubahan warna. Tidak ada perubahan spektrum absorpsi UV-Vis dan warna yang jelas di dalam larutan lain ditunjukkan dalam Lampiran B. Dengan demikian, larutan indikator D hanya selektif terhadap Cu^{2+} .



Gambar 4.10. Foto: a-j. Larutan Cu^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, 1000, 2000, 3000, 4000, & 5000 ppm + indikator D. Spektrum UV-Vis dari hasil pengujian larutan indikator D pada Cu^{2+}

4.4.3. Larutan indikator E (Sampel E)

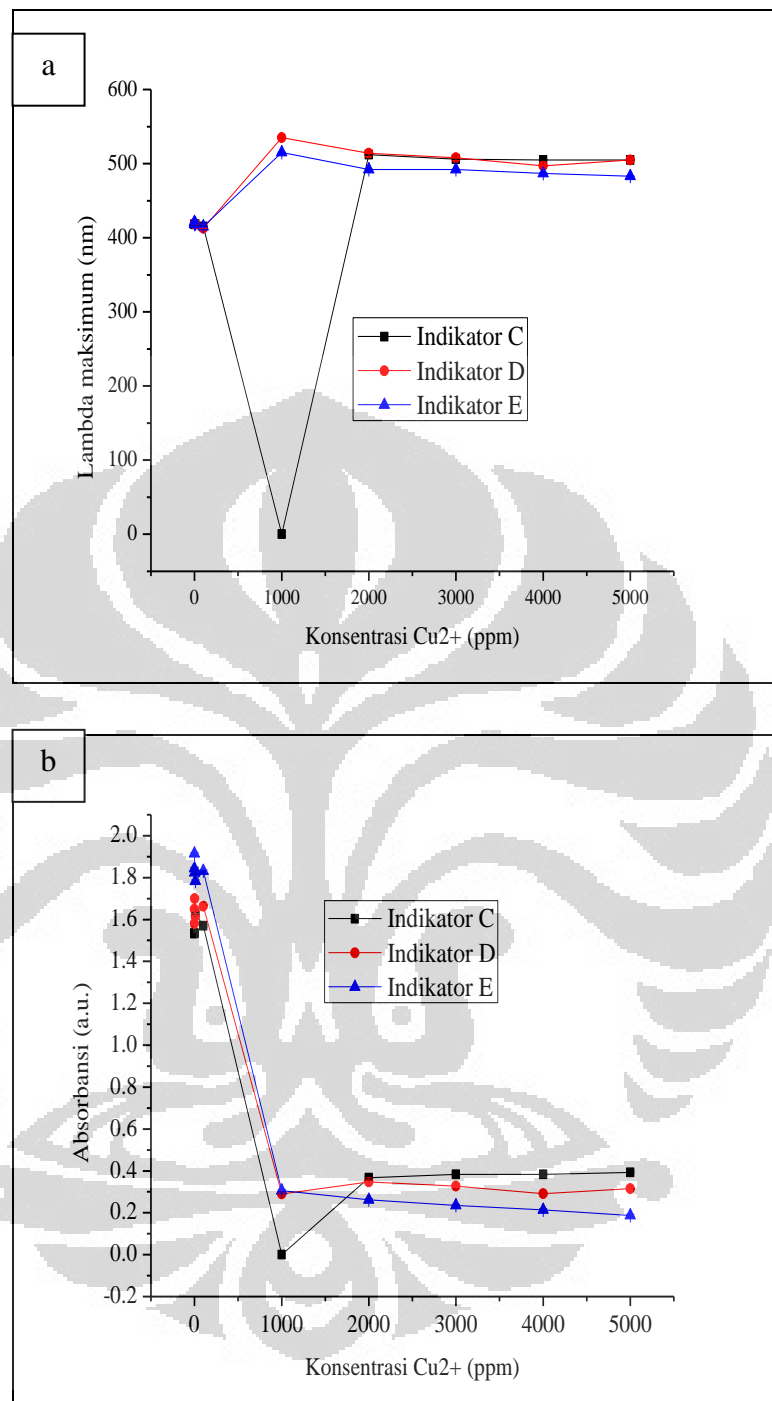
Hasil sensitivitas larutan indikator E yang diuji pada variasi konsentrasi ion Cu^{2+} ditampilkan pada Gambar 4.11. Hasil pengujian tidak menunjukkan perubahan warna ketika larutan indikator E diuji pada konsentrasi Cu^{2+} 0-100 ppm, walaupun dari spektrum UV-Vis hasil pengujian pada 100 ppm terjadi pergeseran spektrum. Namun, pada konsentrasi Cu^{2+} 1000 ppm tampak jelas terlihat, warna hasil pengujian adalah ungu muda dalam waktu kurang dari 1 menit muncul pita absorpsi baru pada 515 nm. Hasil ini identik dengan hasil larutan indikator amonia [14]. Sementara itu, larutan hasil pengujian semakin berwarna merah muda kecokelatan pada konsentrasi Cu^{2+} 2000-5000 ppm. Hal ini ditandai dengan pergeseran puncak absorpsi dari 419 nm menjadi 483-492 nm. Di lain pihak, warna larutan hasil pengujian indikator pada Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} , tidak menunjukkan perubahan warna. Tidak ada perubahan spektrum absorpsi UV-Vis dan warna yang jelas di dalam larutan lain ditunjukkan dalam Lampiran C. Dengan demikian, larutan indikator E hanya selektif terhadap Cu^{2+} .



Gambar 4.11. Foto: a-j. Larutan Cu^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, 1000, 2000, 3000, 4000, & 5000 ppm + indikator E. Spektrum UV-Vis dari hasil pengujian larutan indikator E pada Cu^{2+}

Hasil analisis untuk mengetahui kemampuan deteksi antara ketiga larutan indikator ditampilkan dalam Gambar 4.12. Ketiga larutan indikator hanya selektif terhadap Cu^{2+} . Kemungkinan karena Cu^{2+} merupakan ion paramagnetik dengan sebuah elektron yang tidak berpasangan pada kulit d, sehingga PVA mempunyai afinitas elektron yang lebih besar terhadap Cu^{2+} dibandingkan ion logam analit lain yaitu Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} . Ketiga larutan indikator dapat mendeteksi ion Cu^{2+} mulai 1000 ppm. Hal tersebut ditandai dengan perubahan spektrum yang sangat mencolok ketika larutan indikator mulai diuji Cu^{2+} 1000 ppm. Larutan hasil pengujian indikator pada 1000 ppm berwarna ungu. Warna dan lambda maksimum yang hampir sama dari hasil pengujian larutan indikator E pada Cu^{2+} 1000 ppm juga ditemukan dalam nanopartikel perak yang dihasilkan dari perak nitrat, PMA, dan dibantu sinar UV [14]. Namun, hasil pengujian larutan indikator C tidak terbentuk pita absorbansi baru. Sementara itu, hasil pengujian indikator pada 2000-5000 ppm berwarna ialah merah (indikator C), merah muda (indikator D), dan merah muda kecokelatan (indikator E). Hasil-hasil tersebut merupakan indikasi terjadi agregasi nanopartikel perak [15]. Jadi perbedaan waktu penambahan PVA ke dalam sistem AgNO_3 dan air rebusan daun bisbul memengaruhi warna dan spektrum UV-Vis hasil uji larutan indikator.

Berdasarkan Gambar 4.12., tidak korelasi linier antara absorbansi dengan konsentrasi Cu^{2+} dan lambda maksimum juga berubah. Hasil tersebut tidak seperti kebanyakan larutan indikator menggunakan nanopartikel logam mulia dengan metode kimia, di mana lambda maksimum baru tetap dan puncak absorbansi meningkat seiring pertambahan konsentrasi analit [13-16,18,35,36]. Berdasarkan spektrum UV-Vis yang didapat, puncak pita absorbansi baru muncul pada panjang gelombang sekitar 500 nm. Perubahan spektrum absorpsi ini diduga terjadi karena molekul PVA menangkap ion-ion Cu^{2+} , sehingga menginduksi nanopartikel perak untuk beragregasi membentuk nanopartikel yang lebih besar.



Gambar 4.12. Kurva lamda maksimum dan puncak absorbansi masing-masing terhadap konsentrasi Cu^{2+} (a dan b) dari spektrum UV-Vis hasil pengujian larutan-larutan indikator pada variasi konsentrasi Cu^{2+}

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Biosintesis nanopartikel perak menggunakan air rebusan daun bisbul sebagai agen pereduksinya telah berhasil dilakukan.
2. Efek mekanik cenderung mempercepat pembentukan nanopartikel perak dalam proses biosintesis nanopartikel perak
3. Perbedaan penambahan polivinil alkohol (PVA) memengaruhi laju pembentukan nanopartikel perak
4. Nanopartikel perak yang dimodifikasi dengan PVA sebagai larutan indikator dapat mendeteksi ion tembaga (II). Larutan indikator mulai berubah warna dari kuning menjadi ungu muda ketika mendeteksi konsentrasi 1000 ppm Cu^{2+}
5. Larutan indikator tidak mengalami perubahan warna ketika mendeteksi ion Mn^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} .

5.2 Saran

1. Variasi perbandingan volume AgNO_3 , air rebusan daun bisbul, dan PVA perlu dilakukan supaya sensitivitas larutan indikator semakin baik.
2. Pencarian bahan yang dapat memfungsionalisasi nanopartikel perak perlu dilakukan agar dapat mendeteksi ion logam berat yang lain.

DAFTAR ACUAN

- [1] Hosokawa, M., et al (eds.). (2007). *Nanopartikel Technology Handbook*. Amsterdam: Elsevier.
- [2] Nagarajan, R. & T. Alan Horton (eds.). (2008). *Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Passivation, and Functionalization*. Washington, DC: American Chemical Society.
- [3] Moores, A. dan Goettmann, F. (2006). The Plasmon Band in Noble Metal Nanoparticles: an Introduction to Theory and Applications. *New J. Chem.*, 30, 1121–1132.
- [4] Tolaymat, T.M, et al. (2010). An Evidence-Based Environmental Perspective of Manufactured Silver Nanoparticle in Syntheses and Applications: A Systematic Review and Critical Appraisal of Peer-Reviewed Scientific Papers. *Sciences of the Total Environment*, 408, 999-1006.
- [5] Raveendran, P., Fu, J., dan Wallen, S.L. (2003). Completely “Green” Synthesis and Stabilization of Metal Nanoparticles. *J. AM. CHEM. SOC.*, 125, 13940-13941.
- [6] Shankar, S.S., et al. (2004). Rapid Synthesis of Au, Ag, and Bimetallic Au Core-Ag Shell Nanoparticles Using Neem (*Azadirachta indica*) Leaf Broth. *J. Colloid Interface Science*, 275, 496-502.
- [7] Chandran, S. Prathap., et al. (2006). Synthesis of Gold Nanotriangles and Silver Nanoparticles Using Aloe vera Plant Extract. *Biotechnol. Prog.*, 22, 577-583.
- [8] Philip, D. (2010). Green Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles Using *Hibiscus rosa sinensis*. *Physica E*, 42, 1417–1424.
- [9] Shankar, S.S., Ahmad A., dan Sastry, M. (2003). Geranium Leaf Assisted Biosynthesis of Silver Nanoparticles. *Biotechnol. Prog.*, 19, 1627-1631.
- [10] Handayani, W., et al. (2010). Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan sebagai Agen Pereduksi untuk Biosintesis Nanopartikel Perak. *Seminar Nasional Biologi, Fakultas Biologi UGM*.

- [11] Sang, M. L. dan Won, Y. L. (2002). Determination of Heavy Metal Ions Using Conductometric Biosensor Based on Sol-Gel-Immobilized Urease. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 23(8), 1169-1171.
- [12] Kim, Y., Johnson, R.C., dan Hupp, J.T. (2001). Gold Nanoparticle-Based Sensing of “Spectroscopically Silent” Heavy Metal Ions. *Nano Lett.*, 1(4), 165-167.
- [13] Li, H., Cui, Z., dan Han, C. Glutathione-Stabilized Silver Nanoparticles as Colorimetric Sensor for Ni²⁺ Ion. *Sensors and Actuators B*, 143, 87–92.
- [14] Dubas, S.T. dan Pimpan, V. (2008). Green Synthesis of Silver Nanoparticles for Ammonia Sensing. *Talanta*, 76, 29–33.
- [15] Yao, Y., Tian, D.M., dan Li, H.B. (2010). Cooperative Binding of Bifunctionalized and Click Synthesized Silver Nanoparticles for Colorimetric Co²⁺ Sensing. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 2(3), 684–690
- [16] Li, H.B., et al. (2009). Triazole-Ester Modified Silver Nanoparticles: Click Synthesis and Cd²⁺ Colorimetric Sensing. *Chem. Commun.*, 4812–4814.
- [17] Solomon, S.D., et al. (2007). Synthesis and Study of Silver Nanoparticles. *Journal of Chemical Education*, 84(2), 322-325.
- [18] Han, C. dan Li, H. (2010). Visual Detection of Melamine in Infant Formula at 0.1 ppm Level Based on Silver Nanoparticles. *Analyst*, 135, 583–588.
- [19] Zielinska, A., et al. (2009). Preparation of Silver Nanoparticles with Controlled Particle Size. *Procedia Chemistry I*, 1560-1566.
- [20] Thakkar, K.N., et al. (2011). Biological Synthesis of Metallic Nanoparticles. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 6, 257–262
- [21] Mohanpuria, P., Rana, N.K., dan Yadav., S.K. (2008). Biosynthesis of Nanoparticles: Technological Concept and Future Application. *Journal Nanoparticles Resources* 10, 507—517.
- [22] Elumalai, E.K., et al (2011). A Bird’s Eye View on Biogenic Silver Nanoparticles and Their Applications. *Der Chemica Sinica*, 2 (2), 88-97.
- [23] Kannan, N. dan Subbalaxmi, S. (2011). Biogenesis of Nanoparticles - A Current Perspective. *Rev Adv Mater. Sci.*, 27, 99-114.

- [24] Kumar, V. & Yadav, S. K. (2009). Plant-Mediated Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles and Their Applications. *Journal Chemical Technology and Biotechnology* **84**,151—157.
- [25] Bar, H., et al. (2009). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Latex of *Jatropha curcas*. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* **339**, 134—139.
- [26] Jain, D., et al. (2009). Synthesis of Plant Mediated Silver Nanoparticles Using Papaya Fruit Extract and Evaluation of Their Anti Microbial Activities. *Digest Journal of Nanomaterial and Biostructures*, **4**(3), 557—563.
- [27] Kumar, V., Yadav, S.C., danYadav, S.K. 2010. *Syzygium cumini* leaf and seed extract mediated biosynthesis of silver nanoparticles and their characterization. *Journal Chemistry Technology and Biotechnology*. 1—9.
- [28] Kesharwani, J., et al. (2009). Phytofabrication of Silver Nanoparticles by Leaf Extract of *Datura metel*, Hypothetical Mechanism Involved in Synthesis. *Journal of bionanoscience* **3**, 1—6.
- [29] Ankana, S., et al. (2010). Production of Biogenic Silver Nanoparticle Using *Boswellia ovalifoliolata*. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, **5**, 2, 369 – 372.
- [30] Leela, A. & M. Vivekananda. 2008. Tapping the Unexploited Plant Resources for the Synthesis of Silver Nanoparticles. *African Journal of Biotechnology* **7**(17), 3162—3165.
- [31] Jha, A.K., K. Prasad, L. Prasad & A.R. Kulkarni. 2009. Plant system: Nature's nanofactory. *Colloids and Surface B: Biointerfaces* **73**, 219—223.
- [32] Bradl, H.B (ed.). (2005). *Heavy Metals in the Environment*. Amsterdam: Elsevier.
- [33] Evangelou, V.P. (1998). *Environmental Soil and Water Chemistry: Principles and Applications*. New York: John Wiley & Sons.
- [34] Yoosaf, K., et al. (2007). In situ Synthesis of Metal nanoparticle and Selective Naked-Eye Detection of Lead Ion from Aquous Media. *Journal of Physics and Chemistry C*, **34**, 12839—12847.

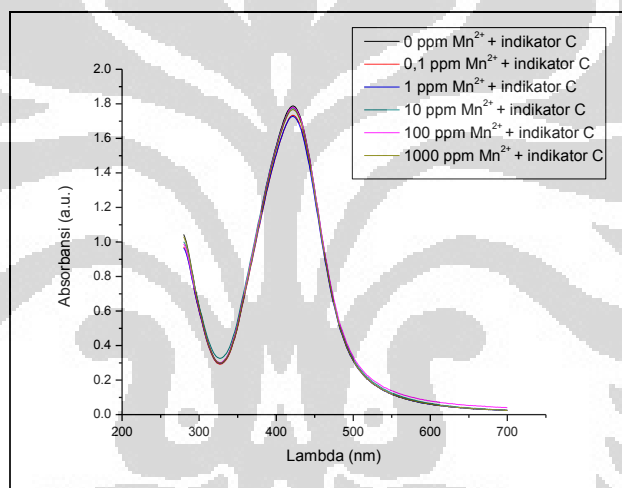
- [35] Xiong , D. dan Li, H. (2008). Colorimetric Detection of Pesticides Based on Calixarene Modified Silver Nanoparticles in Water. *Nanotechnology*, 19, 465502–465507.
- [36] Chen, G., et al. (2007). Fast Colorimetric Detection of Copper Ions Using L-Cysteine Functionalized Gold Nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 7(2), 712-716.
- [37] Saputri, P.R. (2009). *Kemampuan Deteksi Biosensor Logam Berat Cuprum (II) Menggunakan Biomassa Rhodotorula mucilaginosa (Joergensen) F.C. UICC-235 yang Ditumbuhkan pada Variasi Medium Pertumbuhan*. Depok: Skripsi Sarjana Biologi Departemen Biologi FMIPA UI.
- [38] Wikipedia.2010. Spektroskopi Daerah Sinar Tampak dan Ultra Lembayung (UV-Visible Spectroscopy),15 hlm. [http:// en. wikipedia.org./wiki/ Spektroskopi Daerah Sinar Tampak dan Ultra Lembayung](http://en.wikipedia.org/wiki/Spektroskopi_Daerah_Sinar_Tampak_dan_Ultra_Lembayung).
- [39] Shugar, G. J. & Ballinger, J.T. (2000). *Chemical Technician's Ready Reference Handbook*. 4th ed. New York: McGraw-Hill Inc.
- [40] Pimpang, P., dan Choopun, S. (2011). Monodispersity and Stability of Gold Nanoparticles Stabilized by Using Polyvinyl Alcohol. *Chiang Mai J. Sci.*, 38(1), 31-38.
- [41] Patakfalvi, R., Vira´nyi, Z., dan De´ka´ny, I. (2004). Kinetics of Silver Nanoparticle Growth in Aqueous Polymer Solutions. *Colloid Polym Sci*, 283, 299–305

Lampiran A

1. Indikator C pada Mn^{2+}



Foto: a-f Larutan Mn^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator C



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator C pada Mn^{2+}

2. Indikator C pada Pb^{2+}

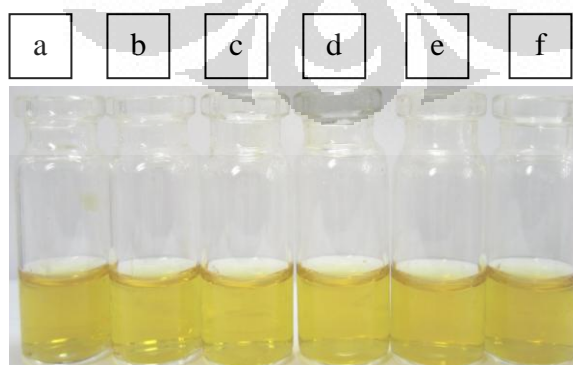
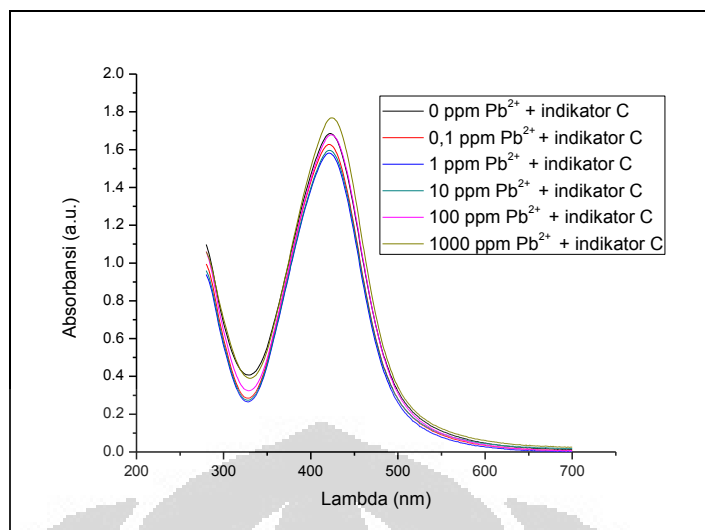


Foto: a-f Larutan Pb^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000ppm + indikator C



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator C pada Pb^{2+}

3. Indikator C pada Zn^{2+}

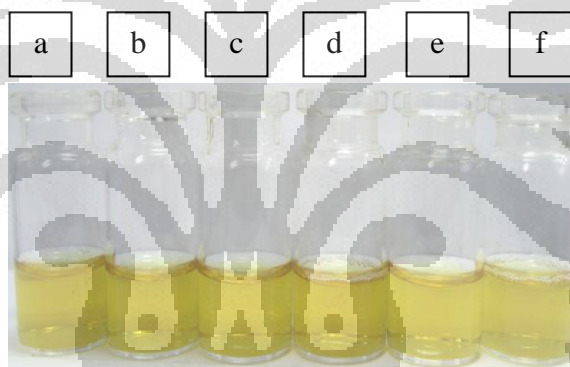
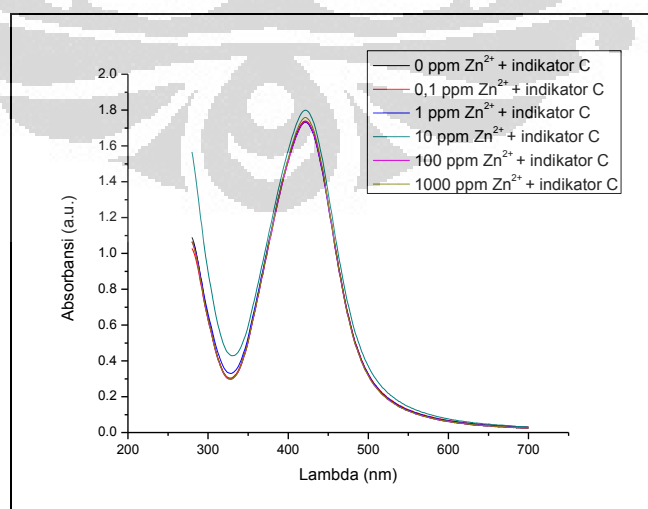


Foto: a-f Larutan Zn^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000ppm + indikator C



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator C pada Zn^{2+}

Lampiran B

1. Indikator D pada Mn^{2+}

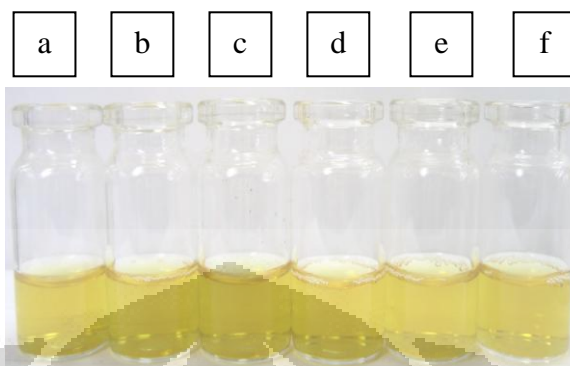
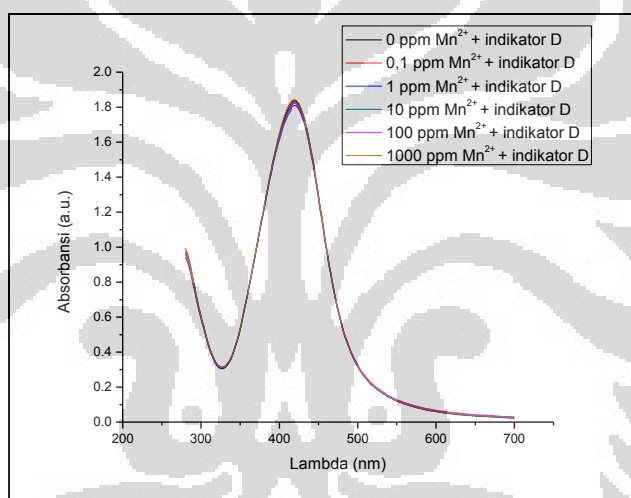


Foto: a-f Larutan Mn^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator D



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator D pada Mn^{2+}

2. Indikator D pada Pb^{2+}

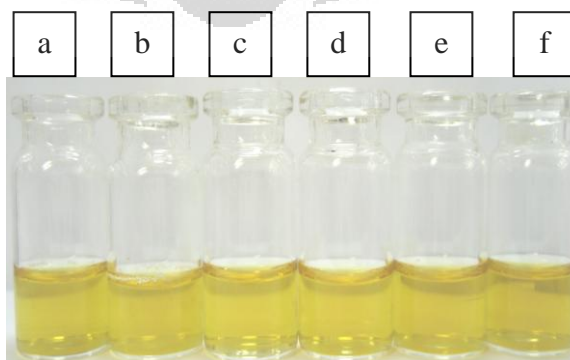
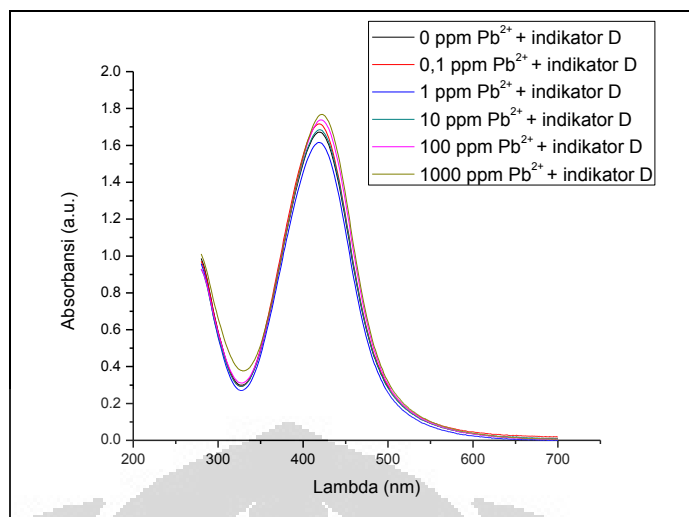


Foto: a-f Larutan Pb^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator D

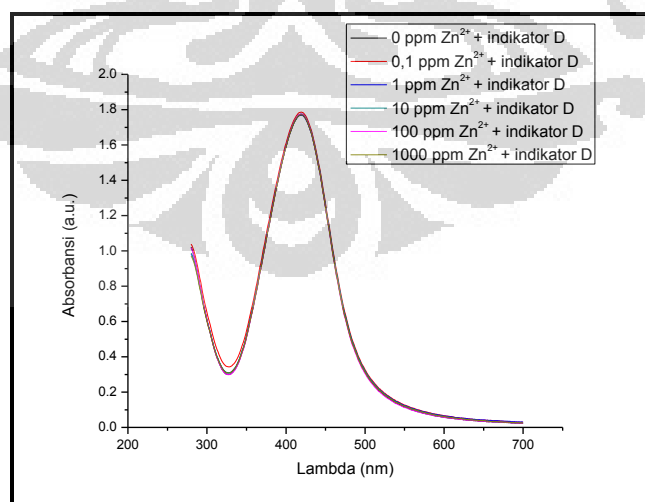


Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator D pada Pb^{2+}

3. Indikator D pada Zn^{2+}



Foto: a-f Larutan Zn^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator D



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator D pada Zn^{2+}

Lampiran C

1. Indikator E pada Mn^{2+}

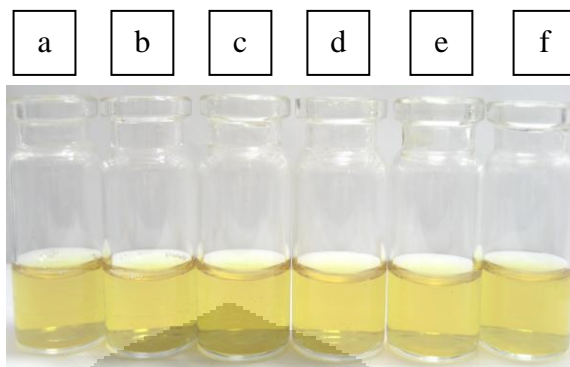
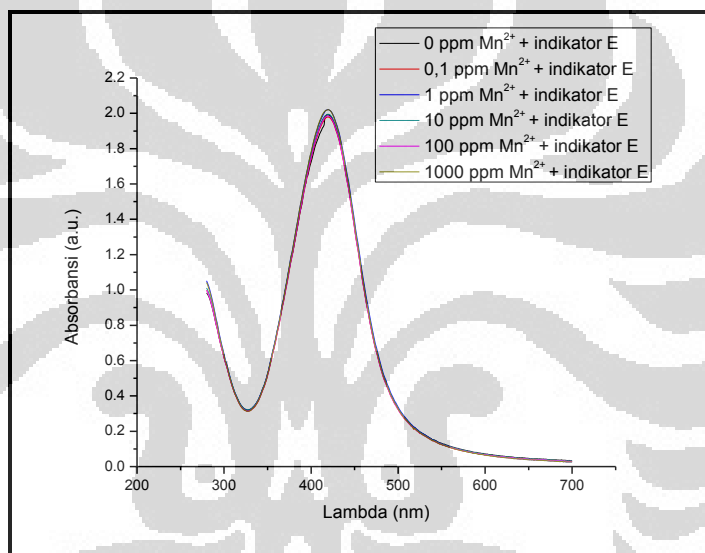


Foto: a-f Larutan Mn^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator E



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator E pada Mn^{2+}

2. Indikator E pada Pb^{2+}

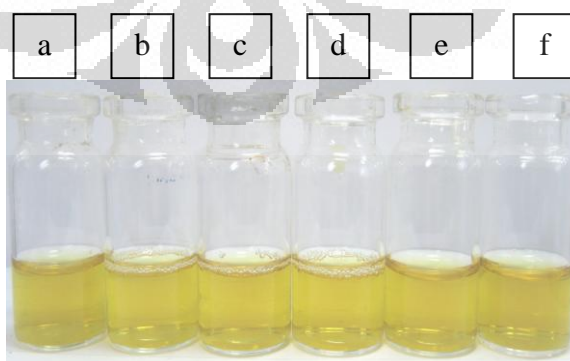
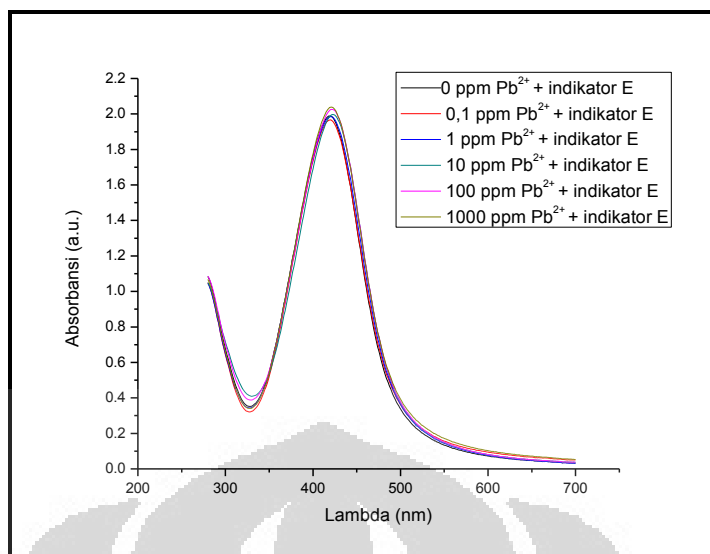


Foto: a-f Larutan Pb^{2+} 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator E



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator E pada Pb²⁺

3. Indikator E pada Zn²⁺

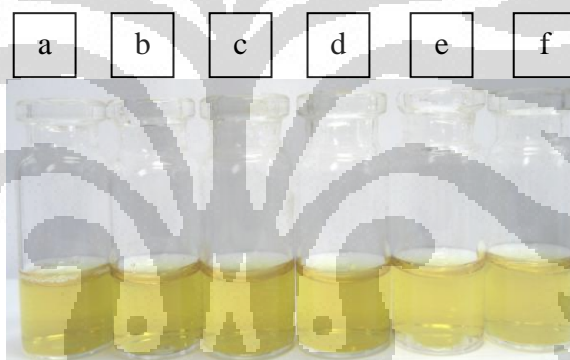
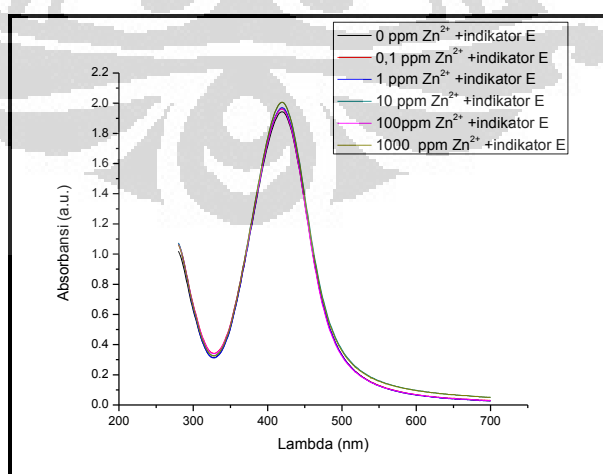


Foto: a-f Larutan Zn²⁺ 0, 0,1 , 1, 10, 100, & 1000 ppm + indikator E



Hasil spektrum UV-Vis spektrofotometer pengujian larutan indikator E pada Zn²⁺