

**KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL PERAK HASIL PRODUKSI DENGAN
TEKNIK ELEKTROLISIS BERDASARKAN UJI SPEKTROFOTOMETER
UV-VIS DAN PARTICLE SIZE ANALYZER (PSA)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta untuk
Memenuhi Sebagian Persyaratan guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains



OLEH:
REGINA DWISTIKA
NIM 11306141005

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018

**KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL PERAK HASIL PRODUKSI DENGAN
TEKNIK ELEKTROLISIS BERDASARKAN UJI SPEKTROFOTOMETER
UV-VIS DAN PARTICLE SIZE ANALYZER (PSA)**

Oleh:

**REGINA DWISTIKA
NIM 11306141005**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tegangan dan waktu elektrolisis terhadap konsentrasi larutan nanopartikel perak yang dihasilkan dari proses produksi elektrolisis dan untuk mengetahui karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan dari teknik elektrolisis.

Penelitian ini dimulai dengan membuat larutan nanopartikel perak dengan teknik elektrolisis dan mengukur konsentrasi larutan yang diperoleh dengan TDS. Kemudian menguji absorbansi nanopartikel perak dengan menggunakan spetrofotometer Uv-Vis dan menguji ukuran nano partikel perak dengan particle size analyzer (PSA).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara tegangan dan waktu elektrolisis terhadap konsentrasi larutan nanopartikel perak. Semakin lama durasi (waktu) elektrolisis dan semakin besar tegangan elektrolisis maka konsentrasi larutan yang didapat semakin tinggi pula. Karakteristik nanopartikel perak dapat dilihat dari warna nanosilver yang berubah dari kuning menjadi kemerahan ketika konsentrasi larutan semakin tinggi. Hasil dari uji spektrofotometer Uv-Vis, menunjukkan bahwa sampel 4 (konsentrasi 16 ppm) mampu menyerap cahaya dari 400 nm sampai 500 nm dengan puncak panjang gelombang 425,50 nm mempunyai nilai absorbansi sebesar 0,214. Hasil dari uji PSA menunjukkan bahwa larutan nanopartikel perak dengan konsentrasi 16 ppm memiliki ukuran nanopartikel perak sebesar 97,1 nm. Hal ini sesuai dengan teori , bahwa suatu bahan tergolong sebagai nanopartikel jika memiliki ukuran sebesar 1-100 nm.

Kata Kunci : nanopartikel perak, spektrofotometer Uv-Vis, dan particle size analyzer

**CHARACTERISTICS OF SILVER NANOPARTICLES FROM ELECTROLYSIS
TECHNIQUES BASED ON UV-VIS SPECTROPHOTOMETER AND
PARTICLE SIZE ANALYZER (PSA) TEST**

By

REGINA DWISTIKA
Student Number: 11306141005

ABSTRACT

This study aimed to determine the correlation between voltage and time electrolysis on the solution of silver nanoparticles concentration produced from electrolysis production process and to determine the characteristics of silver nanoparticles produced from electrolysis techniques.

This study began by making a silver nanoparticles solution with electrolysis techniques and measuring the solution concentration that obtained from the TDS results. Then, performed Uv-Vis spectrophotometer to test the absorbance of silver nanoparticles using and particle size analyzer (PSA) to test the size of silver nanoparticles.

The results indicated that there was a correlation between voltage and electrolysis time on the silver nanoparticles solution concentration. More longer the electrolysis duration (time) and more higher the determined electrolysis voltage, then the concentration of the obtained solution obtained became higher too. The characteristics of silver nanoparticles can be seen from the nanosilver color that changes from yellow to reddish when the solution concentration became higher. The results of the Uv-Vis spectrophotometer test showed that sample 4 (concentration of 16 ppm) was able to absorb light from 400 nm to 500 nm with a peak wavelength of 425.50 nm having an absorbance value of 0.214. The results of the PSA test stated that the size of 16 ppm concentration of silver nanoparticles solution only 97.1nm. This was in accordance with the theory, that a material was classified as a nanoparticle if it had a size of 1-100 nm.

Keywords: silver nanoparticles, spectrophotometer UV-VIS, and particle size analyzer

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

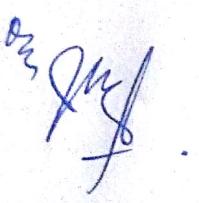
KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL PERAK HASIL PRODUKSI DENGAN TEKNIK ELEKTROLISIS BERDASARKAN UJI SPEKTROFOTOMETER UV-VIS DAN *PARTICLE SIZE ANALYZER (PSA)*



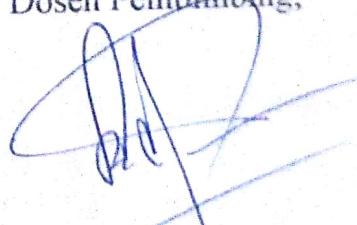
Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 14 Agustus 2018

Mengetahui,
Ketua Prodi Fisika


Nur Kadarisman, M.Si
NIP: 196402051991011001

Disetujui,
Dosen Pembimbing,


Suparno, M.App.Sc., Ph.D.
NIP: 196008141988031003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Regina Dwistika

NIM : 11306141005

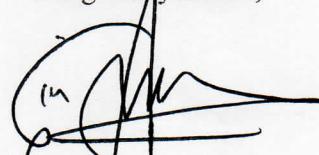
Program Studi : Fisika

Judul : Karakteristik Nanopartikel Perak Hasil Produksi Dengan Teknik Elektrolisis Berdasarkan Uji Spektrofotometer Uv-Vis dan Particle Size Analyzer (PSA).

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri di bawah tema penelitian payung dosen atas nama Suparno, M.App.Sc.,Ph.D. Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Tahun 2018. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 14 Agustus 2018

Yang menyatakan,



Regina Dwistika
NIM. 11306141005

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL PERAK HASIL PRODUKSI DENGAN TEKNIK ELEKTROLISIS BERDASARKAN UJI SPEKTROFOTOMETER UV-VIS DAN PARTICLE SIZE ANALYZER (PSA)

Disusun oleh:

REGINA DWISTIKA
NIM 11306141005

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal 21 Agustus 2018

TIM PENGUJI

Tanda Tangan

Nama/Jabatan

Suparno, M.App.Sc.,Ph.D.
Ketua Penguji/Pembimbing

Rita Prasetyowati, M.Si
Penguji Utama

Dr. Supardi, M.Si
Penguji Pendamping

Tanggal

24 Agustus 2018

24 Agustus 2018

24 Agustus 2018



Yogyakarta, 24 Agustus 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dekan,



Dr. Hartono, M.Si

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras untuk (urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap” (QS : 6-8 :94)

“Sesungguhnya Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya” (QS : 2 : 286)

"Sesungguhnya keadaan-Nya apabila Dia menghendaki sesuatu hanyalah berkata kepadanya: "Jadilah!" maka terjadilah ia". (QS Yasin ayat 82).

“Jika kita tidak pernah mengalami titik kritis, maka kita tidak akan mengalami perubahan” (Dr. Heru Kuswanto)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil' alamiin. Segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas izin dan kehendak-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini bukan tepat waktu tapi Insha Allah diwaktu yang tepat. Ketika saya percaya Allah SWT akan mengantikan semua air mata dan usaha saya dengan kebahagian dan kebanggaan orang tua saya. Amiin

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada :

Bapak Fadliansyah dan Ibu Erlawati,

“Pak, ma dari hari pertama sampai hari terakhir dalam hidupku. Cintamu dan perhatianmu dihari pertama hidupku selalu ada untukku. Banyak sekali kebaikanmu mengalir didarahku dan hidup bersamaku. Aku berikan penghargaan untukmu, yang hatinya begitu mulia tidak terkira.yang bersusah payah siang dan malam menjaga dan memikul beban tanggungjawab yang besar”.

Rasa terima kasih anakmu tidak akan pernah bisa membalas semua yang sudah engkau berikan. Semoga Allah SWT senantiasa meridhoi dalam naungan rahmat dan rengkuhan kasih sayang-Nya untukmu.

Kakakku **Ratih Ekayana,A.Md, Aji Muhammad Taufani,A.Md** dan adikku tersayang **Ibnu Thoriq** yang telah memberikan keyakinan untuk terus berjuang memberikan yang terbaik untuk membanggakan orang tua. Semoga kita selalu diberikan yang terbaik oleh Allah SWT untuk tetap bisa membahagiakan orang tua.

Keponakan ibun **Aji Muhammad Arkarna Jerussalmy** yang selalu memberikan semangat dan kebahagian tersendiri buat ibun, supaya ibun cepat selesai dan cepat ketemu arka lagi.

Sepupuku **Muhammad Rizki Kresnawan, S.T.,M.Eng** dan segenap keluarga yang senantiasa memberi motivasi dan memberi warna dalam hidupku

Sahabat-sahabatku yang selalu memberikan motivasi untuk terus maju menjadi yang lebih baik, serta teman-teman S1 Fisika 2011. Terimakasih atas bantuan, kerjasama, dan kebersamaan kalian.

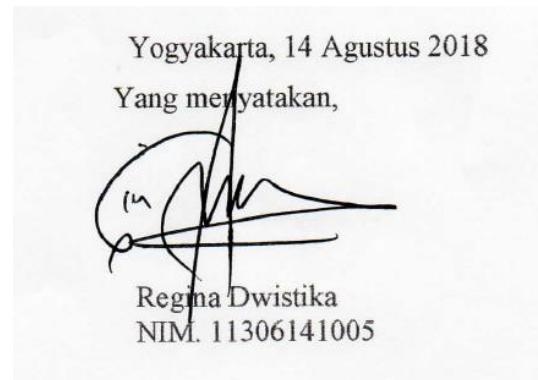
KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karuniaNya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana dengan judul **“KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL PERAK HASIL PRODUKSI DENGAN TEKNIK ELEKTROLISIS BERDASARKAN UJI SPEKTROFOTOMETER UV-VIS DAN PARTICLE SIZE ANALYZER (PSA) ”** dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkennaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Hartono,M.Si selaku Dekan FMIPA UNY beserta seluruh staf atas segala fasilitas dan bantuannya yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
2. Bapak Drs. Yusman Wiyatmo, M.Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika, Bapak Nur Kadarisman,M.Si selaku Ketua Program Studi beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesaiya Tugas Akhir Skripsi ini.
3. Bapak Suparno, M.App.Sc.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Skripsi yang telah banyak memberikan semangat, dorongan dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
4. Bapak Drs. Subroto,M.Pd. selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan dan motivasi.

5. Ibu Rita Prasetyowati,M.Si Selaku Penguji Utama dan bapak Dr.Supardi, M.Si selaku Penguji Pendamping yang sudah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Skripsi ini.
6. Bapak Haris Murtanto, selaku petugas laboratorium Fisika Koloid Jurusan Fisika Universitas Negeri Yogyakarta yang telah bersedia menyediakan tempat dan alat selama penelitian.
7. Teman-teman mahasiswa Prodi Fisika Angkatan 2011 atas perjuangan dan pengalamannya bersama selama menimba ilmu.
8. Sahabatku tercinta Selviawati Rudiansyah,S.Pd dan Khairun Nisa'a, S.Pd atas segala sesuatu yang bisa membuat saya berdiri tegar dan terus berjuang untuk mencapai apa yang sudah dimulai.
9. Teman-temanku (Tia, Amel, Atul , Clara , Kiki, Molid, Dede Un, Megi, dek Tasya, dek Winda) dan seluruh penghuni AMKT. Ruhui Rahayu atas segala motivasi dan doa yang selalu diberikan.
10. Mas Joko, Bang Ical, Mas Rizal atas segala nasehat, motivasi, pendengar yang baik. Kalian luar biasa,
11. Semua pihak yang telah membantu penulisan yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN.....	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 8
A. Kajian Teori.....	8
1. Nanosains dan Nanoteknologi	8
2. Nanopartikel.....	10

3. Nanopartikel Perak (Nanosilver).....	12
4. Elektrolisis	14
5. Spektofotometer UV-Vis	15
6. Particle Size Analyzer (PSA).....	20
B. Kerangka Berpikir	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Variabel Penelitian	24
C. Jenis penelitian	25
D. Alat dan Bahan	26
E. Langkah kerja	27
F. Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Pembuatan Nanopartikel Perak Dengan Teknik Elektrolisis.	30
1. Hubungan antara tegangan elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS	31
2. Hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS	32
a. Dengan menggunakan variasi tegangan 10 volt.....	32
a. Dengan menggunakan variasi tegangan 20 volt.....	34
a. Dengan menggunakan variasi tegangan 30 volt.....	35

a. Dengan menggunakan variasi tegangan 40 volt.....	36
B. Hasil Uji Spektofotometer Uv-vis Larutan Nanopartikel Perak.....	39
C. Hasil Uji Particle Size Analyzer (PSA) Larutan Nanopartikel Perak.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
A. Kesimpulan	43
B. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ilustrasi seberapa kecil ukuran nanometer	8
Gambar 2. Warna nanopartikel bergantung pada ukuran partikelnya.....	13
Gambar 3. Sel Elektrolisis	15
Gambar 4. Skema spektroskopi Uv-Visible.....	18
Gambar 5. Uv-Vis Spektfotometer	18
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 7. Grafik hubungan antara tegangan elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS	32
Gambar 8. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 10 volt	33
Gambar 9. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 20 volt.	35
Gambar 10. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 30 volt.....	36
Gambar 11. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 40 volt	38

Gambar 12. Sampel larutan nanopartikel perak yang dihasilkan dari teknik elektrolisis	39
Gambar 13. Grafik absorbansi nanopartikel perak pada sampel 4 (konsentrasi 16 ppm).....	40
Gambar 14. hasil dari uji particle size analyzer menggunakan metode dynamic light scattering.....	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1. Perbandingan ukuran nanopartikel terhadap panjang gelombang partikel.....	20
Tabel 2. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS dengan menggunakan variasi tegangan pada saat 120 menit.....	31
Table 3. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 10 volt.....	33
Table 4. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 20 volt.....	34
Table 5. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 30 volt.....	36
Table 6. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 40 volt.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Uji Spektrofotometer Uv-Vis.....	48
Lampiran 2. Hasil Uji Particle Size Analyzer (PSA).....	49

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki peluang yang besar untuk turut bersaing dalam pengembangan nanoteknologi. Melalui nanoteknologi, sifat-sifat yang dimiliki alam dapat diubah sesuai dengan keinginan guna memenuhi persaingan global. Sumber daya alam Indonesia yang melimpah dan variatif menjadi modal utama dalam pengembangan nanoteknologi saat ini. Hal inilah yang menjadi salah satu pendorong para ilmuwan untuk mengembangkan berbagai disiplin ilmu untuk diterapkan pada berbagai media pemenuhan sumber daya karena salah satu ilmu yang saat ini tengah berkembang pesat ialah nanosains dan nanoteknologi (Januar Widakdo, 2015).

Silver (perak) adalah logam transisi yang dapat melakukan beberapa proses oksidasi dan dapat mengoksidasi zat lain. Perak umumnya digunakan karena salah satu sifatnya yang bertoksik rendah. Ion perak bersifat netral dalam air, tahan asam, garam dan berbasis lemah. Stabilitas perak sangat baik terhadap panas dan cahaya. Ion pada perak sangat unik. Ion perak akan membawa tegangan elektrostatik karena telah kehilangan elektron valensinya (Subagio,2011). Penggunaan perak dalam kehidupan sehari-hari dikarenakan warna kilau mengkilatnya yang menarik, lebih tahan korosi dan kelimpahannya di dunia. Selain itu, perak merupakan logam mulia yang harganya lebih terjangkau dibandingkan dua logam

mulia lain yaitu Platina (Pt) dan Emas (Au). Perak juga digunakan dalam industri elektronik karena konduktivitas listrik yang sangat baik. Perak banyak digunakan dalam aplikasi berkualitas tinggi di mana logam tembaga tidak dapat melakukan pekerjaan. Perak juga digunakan dalam baterai. Aplikasi lain untuk perak termasuk cermin, tambalan gigi, alat musik dan reaktor nuklir.

Kita mengetahui perak memang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Terdapat banyak hal yang dibuat dari bahan dasar perak seperti alat rumah tangga, kerajinan yang terbuat dari perak hingga alat-alat kesehatan. Semakin berkembangnya zaman pengembangan pemanfaatan perak terus dilakukan. Tujuannya tidak lain adalah memberikan manfaat lebih bagi manusia untuk memenuhi kebutuhannya.

Penelitian yang sedang berkembang saat ini adalah mengenai nanopartikel perak. Nanopartikel perak adalah partikulat yang terdispersi atau partikel-partikel padatan dengan ukuran partikel berkisar 10 – 100 nm. Material nanopartikel telah banyak menarik peneliti karena material nanopartikel menunjukkan sifat fisika dan kimia yang sangat berbeda dari *bulk* materialnya, seperti kekuatan mekanik, elektronik, magnetik, kestabilan termal, katalitik dan optik. Ada dua hal utama yang membuat nanopartikel berbeda dengan material sejenis dalam ukuran besar (*bulk*) yaitu : (a) karena ukurannya yang kecil, nanopartikel memiliki nilai perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar jika dibandingkan dengan partikel sejenis dalam ukuran besar. Ini membuat

nanopartikel bersifat lebih reaktif. Reaktivitas material ditentukan oleh atom-atom di permukaan, karena hanya atom-atom tersebut yang bersentuhan langsung dengan material lain; (b) ketika ukuran partikel menuju orde nanometer, hukum fisika yang berlaku lebih didominasi oleh hukum-hukum fisika kuantum (Abdullah dkk., 2009).

Pembuatan nanopartikel perak dapat dilakukan dengan dua teknik. Pertama dengan sistesis yaitu Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dalam fasa padat, cair, maupun gas. Suatu bahan tergolong nano jika memiliki ukuran 1 - 100 nm. Secara garis besar sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metode *top down* (Fisika) dan metode *bottom up* (Kimia). Metode Fisika yaitu dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nano sedangkan metode Kimia dilakukan dengan cara membentuk partikel-partikel nano dari prekursormolekular atau ion (Wahyudi et.al, 2008). Kedua, dengan teknik elektrolisis yaitu suatu peristiwa dimana suatu larutan akan diuraikan menjadi ion-ionnya, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion), ketika arus listrik searah dialirkan ke dalam larutan elektrolit melalui elektroda. Pada peristiwa ini kation akan mengalami reduksi karena menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi karena melepaskan elektron. Maka peristiwa reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, dan kation akan menuju katoda sedangkan anion akan menuju anoda (Wiharti,2010). Sel elektrolisis tersusun atas elektroda positif (anoda) dan elektroda negatif (katoda). Pada anoda terjadi reaksi

oksidasi, sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi. Ada dua tipe elektroda, yakni elektroda inert dan reaktif. Bila anoda berupa elektroda inert, reaksi oksidasi sangat bergantung pada jenis anion yang ada dalam larutan, sebaliknya bila anoda berupa elektroda reaktif maka elektroda itu akan larut (Isana.S.Y.L,2007).

Disini peneliti memilih menggunakan teknik elektrolisis karena memiliki beberapa kelebihan antara lain prosesnya cepat, sederhana dan tidak memerlukan perpisahan terlebih dahulu serta efisiensi yang tinggi sehingga diperoleh logam dengan kuantitas maksimal dan tingkat kemurnian yang tinggi. Keberhasilan proses elektrolisis ini dipegaruhi oleh beberapa faktor diantaranya besarnya tegangan listrik DC, keasaman dan konsentrasi, larutan elektrolit, luas, jarak, dan jenis elektroda, kerapatan arus listrik, dan waktu yang dibutuhkan dalam proses elektrolisis. Dengan teknik yang digunakan akan menghasilkan suatu karakteristik nanopartikel perak tertentu yang kemudian dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

A. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Nanosains dan nanoteknologi merupakan kajian ilmu yang saat ini berkembang pesat. Pengetahuan dan aplikasinya masih minim

terutama di lingkungan Jurusan Pendidikan Fisika UNY yang menyebabkan perlu dikembangkan penelitian dalam bidang ini.

2. Berkembangnya kebutuhan manusia akan pemanfaatan nanopartikel perak yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Salah satu proses pembuatan nanopartikel adalah dengan teknik elektrolisis yang mana mempunyai kelebihan karena prosesnya cepat, sederhana dan tidak memerlukan perpisahan terlebih dahulu serta efisiensi yang tinggi sehingga diperoleh logam dengan kuantitas maksimal dan tingkat kemurnian yang tinggi.

B. Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya penafsiran yang berbeda perlu adanya batasan-batasan sehingga ruang lingkup penelitian menjadi lebih jelas, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pembuatan nanopartikel perak dilakukan dengan teknik elektrolisis.
2. Penelitian ini dilakukan pada tegangan elektrolisis 10 volt, 20 volt, 30 volt, dan 40 volt.
3. Pengecekan kandungan total bahan terlarut (*Total Dissolve Solid* atau TDS) dalam larutan setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.

4. Material perak yang digunakan sebagai elektroda berbentuk silindris dengan panjang 18 centimeter, berat 193,6 gram dan ketebalan 0,5 milimeter.
5. Media pelarut yang digunakan adalah cairan aquades sebanyak 500 mililiter.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh tegangan dan waktu terhadap konsentrasi larutan nanopartikel perak yang dihasilkan dari teknik elektrolisis?
2. Bagaimana karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan dari teknik elektrolisis berdasarkan hasil uji spektrofotometer uv-vis dan PSA?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh tegangan dan waktu terhadap konsentrasi larutan nanopartikel perak yang dihasilkan dengan teknik elektrolisis.
2. Mengetahui karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan dari teknik elektrolisis.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini :

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Memperkenalkan dan mengembangkan penelitian nanosains dan nanoteknologi di Indonesia.

- b. Dapat memicu perhatian civitas akademika untuk melakukan penelitian-penelitian lainnya dibidang nanosains dan nanoteknologi.
 - c. Mendapatkan informasi mengenai karakteristik nanopartikel perak berdasarkan hasil teknik elektrolisis.
- 2. Bagi Universitas
 - Sebagai referensi atau pengenalan penelitian tentang karakteristik nanopartikel perak yang dihasilkan dari proses produksi elektrolisis.
- 3. Bagi Masyarakat
 - a. Mendapat informasi mengenai karakteristik nanopartikel perak hasil dari teknik elektrolisis.
 - b. Penelitian ini dapat menjadi sebuah sumber referensi bagi masyarakat untuk menunjukkan aplikasi nanosains dan nanoteknologi dalam kehidupan sehari-hari dan juga sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

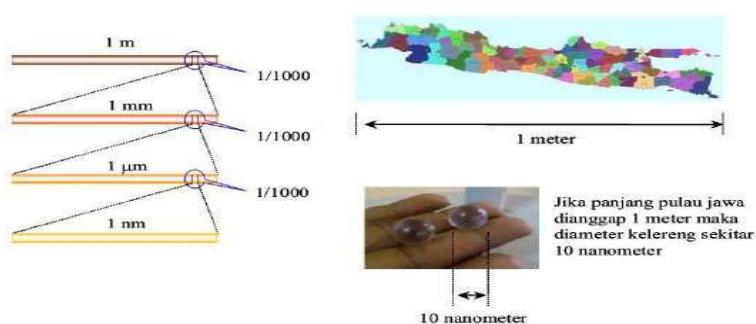
KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Sekilas Tentang Nanosains dan Nanoteknologi

Nanosains didefinisikan sebagai studi tentang fenomena dan manipulasi bahan pada skala molekuler dan makromolekul, dimana sifatnya berbeda secara signifikan dari bahan yang berada di skala yang lebih besar. Nanoteknologi didefinisikan sebagai desain, karakterisasi, produksi dan penerapan struktur, perangkat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer (Haryo,2010).

Nanosains adalah ilmu dan rekayasa dalam penciptaan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Dalam terminologi ilmiah , nano berarti satu per satu miliar (0,000000001). Satu nanometer adalah seper seribu mikrometer,atau seper satu juta milimeter, atau seper satu miliar meter (Alif, Prasetyo,2011).



Gambar 1. Ilustrasi seberapa kecil ukuran nanometer (Mikrajudin, 2008)

Jika panjang pulau jawa dianggap satu meter, maka diameter sebuah kelereng kira-kira sama dengan sepuluh nanometer (Gambar 1). Berbagai objek dapat dikelompokkan dalam skala nanometer adalah ukuran yang lebih kecil dari 100 nm. Sebuah objek disebut skala nanometer jika diameter partikel tersebut kurang dari 100 nanometer. Namun, riset nanosains tidak hanya pada nanopartikel, tetapi lebih luas ke material nanostruktur.

Material nanostruktur adalah material yang tersusun atas bagian-bagian kecil dimana tiap-tiap bagian berukuran kurang dari 100 nanometer, walaupun ukuran material secara keseluruhan cukup besar. Tetapi dalam ukuran besar tersebut sifat bagian-bagian kecil harus tetap dipertahankan. Memasuki tahun 2000, riset material skala nanometer memasuki babak yang paling progresif (Mikrajudin, 2008).

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan sebelumnya, nanosains dapat dipelajari tentang sifat Kimia dan sifat Fisika bahan pada skala 1-100 nanometer (nm) yang disebut struktur nano. Objek tersebut dapat dibuat secara sengaja oleh manusia (Buzea,et al.,2007).

Nanoteknologi merupakan pengetahuan dan kontrol material pada skala nano dalam dimensi antara 1-100 nanometer. Ukuran partikel yang sangat kecil tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendesain dan menyusun atau memanipulasi material sehingga dihasilkan material dengan sifat dan fungsi baru. Nanoteknologi merupakan fenomena unik yang dapat

diaplikasikan dalam bidang teknologi informasi, farmasi dan kesehatan, pertanian, industri, dan lain-lain (Clunan,2014:5).

Nanoteknologi adalah rekayasa dalam penciptaan material, struktur, fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Nanosains dan nanoteknologi berkaitan erat dengan nanopartikel. Nanopartikel adalah partikel yang sangat halus berukuran orde nanometer. Nanopartikel dapat berupa logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, material karbon, dan senyawa organik (Barkir,2011).

2. Nanopartikel

Nanopartikel merupakan partikel sangat halus dengan ukuran nanometer. Definisi nanopartikel berbeda-beda tergantung dari material, bidang, dan aplikasinya (Matsuo, Kiyoshi, Makio, dan Toyokazu, 2007). Nanopartikel dapat diartikan sebagai partikel dengan ukuran 1-100 nm. Pada skala ukuran ini, sifat fisika, kimia , dan biologi dari nanopartikel berbeda dari sifatnya sebagai atom atau molekul tunggal. Nanopartikel dapat terbuat dari material kimia alami yang beragam dan yang paling sering adalah logam , oksida logam, silikat, keramik non-oksida, polimer,organik, karbon, dan biomolekul. Nanopartikel memiliki beberapa morfologi berbeda seperti sferis, silinder, platelet, tuba dan lainnya (Nagarajan dan Hatton, 2008).

Berdasarkan bahan asalnya, nanopartikel dapat digolongkan ke dalam dua kelompok yaitu nanopartikel organik dan anorganik, yang termasuk dalam nanopartikel organik adalah nanopartikel karbon,

sedangkan yang termasuk dalam nanopartikel anorganik diantaranya nanopartikel magnetik, nanopartikel logam mulia (seperti emas dan perak) dan nanopartikel semikonduktor (seperti titanium dioksida dan zink oksida) (Ilma Nafia, 2012).

Nanopartikel memiliki banyak kegunaan yang berbeda, di antaranya adalah dalam bidang medis, bioanalisis, sebagai katalis, sensor, semi konduktor, dan kegunaan lainnya (Ilma Nafia, 2012). Berikut ini merupakan contoh aplikasi nanopartikel dalam beberapa bidang :

1. Biomedis dan kesehatan : krim dan serbuk antibakterial (Ag), fungisida (ZnO , Cu_2O), biolabeling dan deteksi (Au,Ag), promotor pertumbuhan tulang, diagnostik kanker, pelindung sinar matahari (ZnO), krim kulit dengan vitamin antioksidan (nanokapsul).
2. Pangan : perasa dan pewarna dalam makanan dan minuman (nanokapsul) bahan pengemasan makanan (SiO_2 , TiO_2 , Ag), pendekripsi patogen dalam makanan, pengantar nutrasetika (liposom), katalis pemurnian minyak goreng.
3. Energi listrik : cairan pengontrol suhu (Cu), katalis untuk beragam teknologi bahan bakar (logam dan oksida logam), katalis lingkungan, katalis bahan bakar.
4. Elektronik : sensor sensitivitas tinggi (kimia dan gas), magnet berkekuatan tinggi.
5. Lingkungan : perawat air (TiO_2), remediasi tanah (Fe) (Nagarajan dan Hatton, 2008).

3. Nanopartikel Perak (*Nanosilver*)

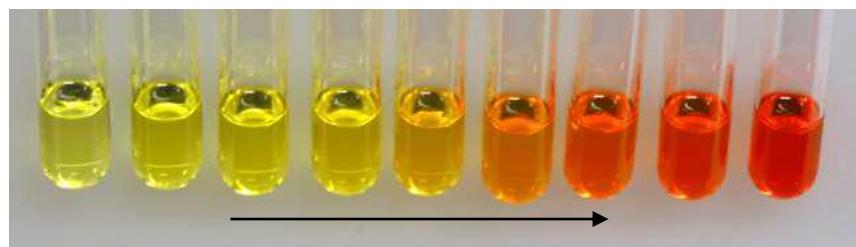
Silver (perak) adalah logam transisi yang dapat melakukan beberapa proses oksidasi dan dapat mengoksidasi zat lain. Perak umumnya digunakan karena salah satu sifatnya yang bertoksik rendah. Ion perak bersifat netral dalam air, tahan asam, garam dan berbasis lemah. Stabilitas perak sangat baik terhadap panas dan cahaya. Ion pada perak sangat unik. Ion perak akan membawa tegangan elektrostatik karena telah kehilangan elektron valensinya (Subagio,2011). Ukuran dan bentuk nanopartikel perak sangat penting dalam penentuan sifat optik, listrik, magnet, katalis, dan antimikrobanya (Sileikaite,dkk. 2006). Nanopartikel perak memiliki sifat yang stabil dan aplikasi yang potensial dalam berbagai bidang antara lain sebagai katalis, detektor, (sensor) optik, dan agen antimikroba (Haryono, dkk. 2008). Jika ukuran partikel semakin kecil, maka luas permukaan nanopartikel perak emakin besar (Montazer, dkk. 2012).

Nanopartikel perak (nanopartikel yang terbuat dari perak) merupakan bahan aditif populer saat ini yang digunakan untuk bahan dan *coating* dengan sifat biologis, optik, dan listrik khusus. Banyaknya keunikan yang dimiliki nanopartikel perak membuat bahan ini begitu istimewa diantara nanopartikel yang lain. Salah satunya, perak merupakan elemen khusus yang memiliki konduktivitas termal dan listrik tertinggi dari semua logam. Sebagai logam mulia, perak sangat tahan terhadap korosi. Nanopartikel perak memiliki sifat optik, listrik, dan termal yang unik dan dapat digabung dengan produk. Salah satu contoh aplikasinya

adalah pasta dan tinta koduktif yang memanfaatkan nanopartikel perak untuk koduktivitas listrik tinggi, stabilitas, dan suhu sintering rendah. Aplikasi tambahan mencakup diagnostik molekuler dan perangkat fotonik yang mengambil keuntungan dari sifat optik nanomaterial ini. Karakteristik yang paling relevan dari nanopartikel perak adalah reaktivitas kimianya.

Nanopartikel perak menyerap cahaya pada panjang gelombang dengan karakteristik tertentu (karena plasmon permukaan metalik) mengarah ke warna kuning. Melihat optik yang dimiliki, penambahan nanopartikel perak dengan nanopartikel dari logam lain dapat disetel untuk membuat filter optik yang bekerja berdasarkan daya serap nanopartikel (Oldenburg, 2011) .

Nanopartikel perak atau *nanosilver* memiliki serapan dan sebaran cahaya yang sangat efisien, serta tidak seperti bahan lainnya. Nanopartikel perak memiliki warna yang bergantung dari ukuran dan bentuk partikel. Hal ini dapat diamati pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Warna nanopartikel bergantung pada ukuran partikelnya (Oldenburg, 2011)

Warna nanopartikel perak bergantung pada ukuran partikelnya. Semakin besar ukuran partikelnya (anak panah ke kanan) , maka hasil uji Uv-vis akan bergeser ke arah warna merah (panjang gelombang makin besar) (Oldenburg,2011)

4. Elektrolisis

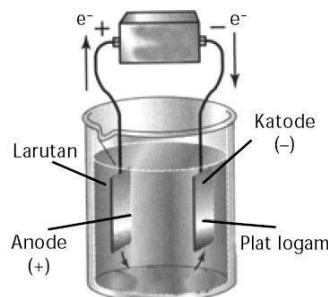
Proses yang mana reaksi redoks yang tidak bisa berlangsung spontan, disebut elektrolisis. Banyaknya perubahan kimia yang dihasilkan oleh arus listrik berbanding lurus dengan kuantitas listrik yang lewat. Fakta ini ditemukan oleh Michael Faraday tahun 1834 sebelum sifat dasar elektron arus listrik diketahui.

Kuantitas satuan standar kelistrikan yang menyatakan banyaknya elektron yang melewati elektron adalah coulomb. $1 \text{ Faraday} = 1 \text{ mol elektron} = 9,65 \times 10^4 \text{ C}$. Bunyi hukum faraday dalam elektrolisis, lewat 1 faraday pada rangkaian mengakibatkan oksidasi satu bobot ekuivalen suatu zat pada satu elektrode dan reduksi satu bobot ekuivalen pada elektrode yang lain (Keenan, 1992:54)

Elektrolisis merupakan suatu peristiwa dimana suatu larutan akan diuraikan menjadi ion-ionnya, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion), ketika arus listrik searah dialirkkan ke dalam larutan elektrolit melalui elektroda. Pada peristiwa ini kation akan mengalami reduksi karena menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi karena melepaskan elektron. Maka peristiwa reduksi terjadi di katoda dan

oksidasi terjadi di anoda, dan kation akan menuju katoda sedangkan anion akan menuju anoda (Wiharti, 2010).

Sel elektrolisis tersusun atas elektroda positif (anoda) dan elektroda negatif (katoda). Pada anoda terjadi reaksi oksidasi, sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi. Ada dua tipe elektroda, yakni elektroda inert (seperti kalsium (Ca), potassium, grafit(C), Platina (Pt), dan emas (Au)) dan reaktif (seperti seng (Zn), tembaga (Cu), dan perak (Ag)). Bila anoda berupa elektroda inert, reaksi oksidasi sangat bergantung pada jenis anion yang ada dalam larutan, sebaliknya bila anoda berupa elektroda reaktif maka elektroda itu akan larut (Isana.S.Y.L,2007)



Gambar 3. Sel Elektrolisis

5. Spektfotometer Uv-Vis

Spektroskopi adalah ilmu yang mempelajari materi dan atributnya berdasarkan cahaya, suara atau partikel yang dipancarkan, diserap atau dipantulkan oleh materi tersebut. Spektroskopi juga dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara cahaya dan materi.

Spektfotometer Uv-vis adalah metode analisis menggunakan sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat dan sinar tampak pada

instrument spektrofotometer. Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spectrometer dan fotometer. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Daerah visible dari spectrum berada pada rentang panjang gelombang 380 nm (ungu) hingga 740 nm (merah). Spektrofotometer Uv-Vis menganalisis pada panjang gelombang dengan rentang 200-900 nm. Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik nanopartikel adalah menggunakan alat spektrofotometer Uv-Vis. Dalam periode waktu yang singkat, spektrofotometer memindai secara otomatis seluruh komponen panjang gelombang dalam daerah tertentu (Bakir, 2011).

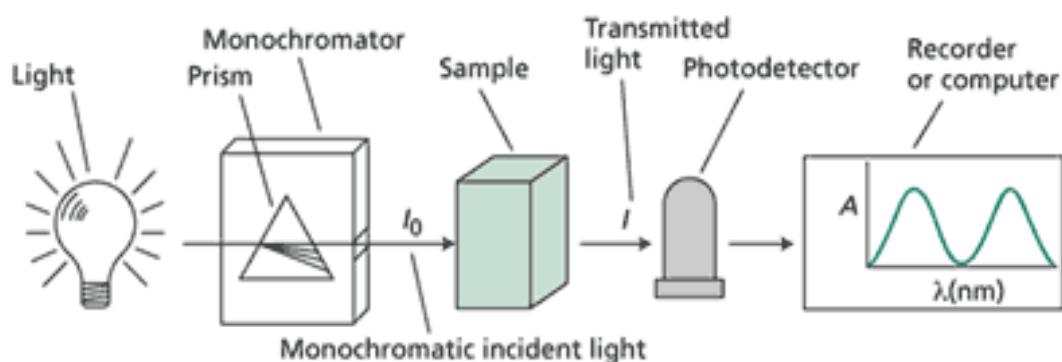
Spektrofotometer Uv-Vis digunakan untuk mengkaji sifat absorpsi material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (mulai sekitra 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 700 nm). Spektrofotometer ultraviolet visible digunakan untuk analisa kualitatif ataupun kuantitatif suatu senyawa (Fessenden dan Fessenden, 1986).

Dalam spektrofotometer, terdapat sumber cahaya berupa lampu (Tungsten, Deutrium atau Wolfram), kolimator untuk memotong sinar yang menyebar, prisma berfungsi untuk menyeleksi spectrum cahaya atau dapat juga menggunakan *grating* atau kisi, cuvet untuk wadah sampel sedangkan blanko sebagai pembanding dan detector cahaya (fotometer) untuk menangkap cahaya yang ditransmisikan oleh sampel. Cahaya yang

diseleksi oleh prisma atau *grating* dilewatkan pada sampel dan blangko atau sel pembanding kemudian ditangkap oleh fotometer berupa intensitas cahaya. Perbandingan intensitas cahaya yang melewati sampel dan blanko disebut sebagai transmitansi cahaya yang disebutkan pada hukum Lambert-Beer (Khopkar, 1990:153).

Cahaya (sinar) yang masuk dengan intensitas tertentu (i_0) akan berkurang intensitasnya ketika melewati larutan. Berkurangnya intensitas sinar dikarenakan adanya serapan oleh larutan yang dilewati. Intensitas cahaya setelah melewati larutan (i_t) disebut dengan transmitansi (t), dan biasanya dinyatakan dalam satuan persen transmitan ($\%t$) (Bakir,2011).

Absorbsi cahaya Uv-Vis mengakibatkan transisi elektronik, yaitu promosi electron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Energi yang terserap kemudian terbuang sebagai cahaya atau tersalurkan dalam reaksi kimia. Absorbs cahaya tampak dan radiasi ultraviolet meningkatkan energi elektrolit sebuah molekul, artinya energi yang disumbangkan oleh foton – foton memungkinkan electron-elektron itu mengatasi kekangan inti dan pindah keluar ke orbital baru yang lebih tinggi energinya. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV- tampak (Sanata,2007).



Gambar 4. Skema spektroskopi Uv-Visible

Gambar 4 menunjukkan gambar skema spektroskopi Uv-vis dimana sumber radiasi tertentu dilewatkan pada monokromator sehingga panjang gelombang yang akan dilewatkan pada sampel menjadi spesifik. Lalu detector akan menyerap radiasi yang dipancarkan sampel.

Spektrofotometer Uv-Vis digunakan sebagai alat uji secara kualitatif yang akan menampilkan absorbansi maksimal pada panjang gelombang tertentu menunjukkan karakter tertentu dari suatu senyawa atau partikel. (Yulianty,et al. 2010)



Gambar 5. Uv-Vis Spektrofotometer

Pada Gambar 5, spektrofotometer Uv-Vis digunakan untuk mengetahui karakteristik dari nanopartikel yang terbentuk berdasarkan spectrum 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 (Bakir, 2011).

Dari hasil spektroskopi Uv-vis, nilai absorbansi dapat menunjukkan secara kualitatif jumlah nanopartikel perak terbentuk. Sementara spectrum absorbansi maksimal (nm) dapat menunjukkan ukuran dari nanopartikel yang dihasilkan. Semakin besar panjang gelombang maksimum semakin besar pula ukuran nanopartikel. Tabel 1 menunjukkan panjang gelombang di absorbansi maksimum yang terkait dengan kisaran ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan.

Tabel 1. Perbandingan ukuran nanopartikel terhadap panjang gelombang partikel (Solomon,2007:322)

No	Ukuran partikel (nm)	Kisaran panjang gelombang (nm)	No	Ukuran partikel (nm)	Kisaran panjang gelombang (nm)
1.	20	405	6.	70	451
2.	30	410	7.	80	467
3.	40	416	8.	90	493
4.	50	423	9.	100	501
5.	60	441	10.	110	523

6. Particle Size Analyzer (PSA).

Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk mengetahui ukuran dari suatu partikel antara lain metode ayakan (*Sieve analyses*), laser diffraction (LAS), metode sedimentas, analisis gambar (mikrografi), *electrical sensing zone* dan *electron microscope*.

Sieve analysis (analisis ayakan) dalam dunia farmasi sangat sering digunakan dalam bidang mikromeritik, yaitu ilmu yang mempelajari tentang ilmu dan teknologi partikel kecil. Metode yang paling umum digunakan adalah analisa gambar (mikrografi). Namun dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang mengarah ke era nanoteknologi, para peneliti mulai menggunakan metode laser *diffraction* (LAS). Metode

ini dinilai lebih akurat bila dibandingkan dengan metode analisa gambar maupun metode ayakan (*sieve analysis*), terutama untuk sampel-sampel dalam orde nanometer maupun submicron. Metode ini menjadi prinsip dasar dalam instrumen PSA.

Prinsip dari *Laser Diffraction* sendiri ialah ketika partikel-partikel melewati berkas sinar laser dan cahaya dihamburkan oleh partikel-partikel tersebut dikumpulkan melebihi rentang sudut yang berhadapan langsung. Distribusi dari intensitas yang dihamburkan ini yang akan dianalisis oleh komputer sebagai hasil distribusi ukuran partikel (Lusi,2011).

Pengukuran partikel dengan menggunakan PSA biasanya menggunakan metode basah. Metode ini dinilai lebih akurat jika dibandingkan dengan metode kering ataupun pengukuran partikel dengan metode ayakan dan analisa gambar. Terutama untuk sampel-sampel dalam orde nanometer yang cenderung memiliki aglomerasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam media sehingga partikel tidak saling aglomerasi. Dengan demikian, ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari single particle. Selain itu hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk distribusi, sehingga hasil pengukuran dapat diasumsikan sudah menggambarkan keseluruhan kondisi sampel.

Melalui analisis PSA diharapkan distribusi ukuran nanopartikel kitosan yang dihasilkan berada pada rentang nanometer dengan keseragaman ukuran yang baik.

Keunggulan penggunaan Particle Size Analyzer (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel adalah :

- a. Lebih akurat dan mudah digunakan, pengukuran partikel dengan menggunakan PSA lebih akurat jika dibandingkan dengan pengukuran partikel dengan alat lain seperti TEM ataupun SEM. Hal ini dikarenakan partikel dari sampel yang akan diuji didispersikan ke dalam sebuah media sehingga ukuran partikel yang terukur merupakan ukuran partikel tunggal.
- b. Hasil pengukuran dalam bentuk distribusi, sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sampel, dalam artian penyebaran ukuran rata-rata partikel dalam suatu sampel.
- c. Mengukur berkisar dari 0,02 nm sampai 2000 nm (Rusli,2011).

PSA dapat menganalisis suatu sampel yang bertujuan menentukan ukuran partikel dan distribusinya dari sampel representative. Distribusi ukuran partikel dapat diketahui melalui gambar yang dihasilkan. Ukuran tersebut dinyatakan dalam jari-jari untuk partikel yang berbentuk bola. Penentuan ukuran dan distribusi partikel menggunakan PSA dapat dilakukan dengan :

- a. Difraksi sinarlaser untuk partikel dari ukuran submicron sampai dengan millimeter.
- b. Coulter principle untuk mengukur dan menghitung partikel yang berukuran micron sampai dengan millimeter, dan

- c. Penghamburan sinar untuk mengukur partikel yang berukuran micron sampai dengan nanometer (Eztler,2004).

B. Kerangka Berpikir

Berbagai sifat yang dimiliki oleh nanopartikel perak, dimana salah satu sifat dari nanopartikel perak itu adalah memiliki sifat optik yang sangat unik. Sifat optik dari nanopartikel perak akan diuji dengan menggunakan spektofotometer Uv-Vis. Hasil uji Uv-Vis terhadap nanopartikel perak akan menunjukkan seberapa besar serapan dari partikel yang berada dalam nanopartikel perak. Dari informasi panjang gelombang pun didapatkan seberapa besar ukuran dari partikel yang terdapat dari nanopartikel perak. Setalah dilakukan uji Uv-Vis, peneliti melakukan uji PSA untuk mengetahui ukuran nanopartikel perak yang terdapat didalam sampel larutan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan April 2018 sampai Juli 2018, bertempat di :

1. Laboratorium Penelitian AAS (*atomic absorption spectroscopy*), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni untuk proses pembuatan nanopartikel perak dengan teknik elektrolisis dan untuk mengukur konsentrasi larutan (ppm) dengan menggunakan TDS.
2. Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, yakni untuk menguji spektfotometer ultra violet- visible (Uv – Vis) pada nanopartikel perak yang dihasilkan dari proses elektrolisis.
3. Laboratorium Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Univeritas Islam Indonesia, yakni untuk menguji particle size analyzer nano (PSA nano) pada nanopartikel perak yang dihasilkan dari proses elektrolisis.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variasi bebas adalah variabel yang dapat divariasi sepanjang eksperimen. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

- a. Tegangan elektrolisis sebesar 10 volt, 20 volt, 30 volt, dan 40 volt

- b. Waktu elektrolisis setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi akibat adanya variabel lain (variabel bebas). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari hasil pengukuran TDS.

3. Variable terkontrol

Variable terkontrol dalam penelitian ini adalah :

- a. Volume aquades sebanyak 500 ml sebagai media pelarut.
- b. Material batang perak sebagai elektroda berbentuk silindris dengan panjang 18 centimeter, massa 193,6 gram dan ketebalan 0,5 milimeter
- c. Suhu larutan (28°C).

C. Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui pengaruh tegangan dan waktu terhadap konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari hasil pengukuran TDS dengan menggunakan teknik elektrolisis. Selanjutnya, dilakukan uji Spektrofotometer Uv-vis dan Uji PSA untuk mengetahui absorbansi larutan dan ukuran nanopartikel perak.

D. Alat dan Bahan

1. Alat – alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. *Power Supply* ,
- b. Kabel penjepit (1 buah),
- c. Botol bertutup karet hitam 500 ml (1 buah),
- d. Pipet tipis (1 buah),
- e. Multimeter (1 buah),
- f. Botol coklat ukuran 200 ml (4 buah),
- g. Botol kecilukuran 5 ml (4 buah),
- h. Tisu,
- i. *Stopwatch*,
- j. TDS.

2. Bahan penelitian

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. Material batang perak berbentuk silinder dengan berat 193,6 gram, panjang masing-masing 18 cm.
- b. Aquades (25 liter).

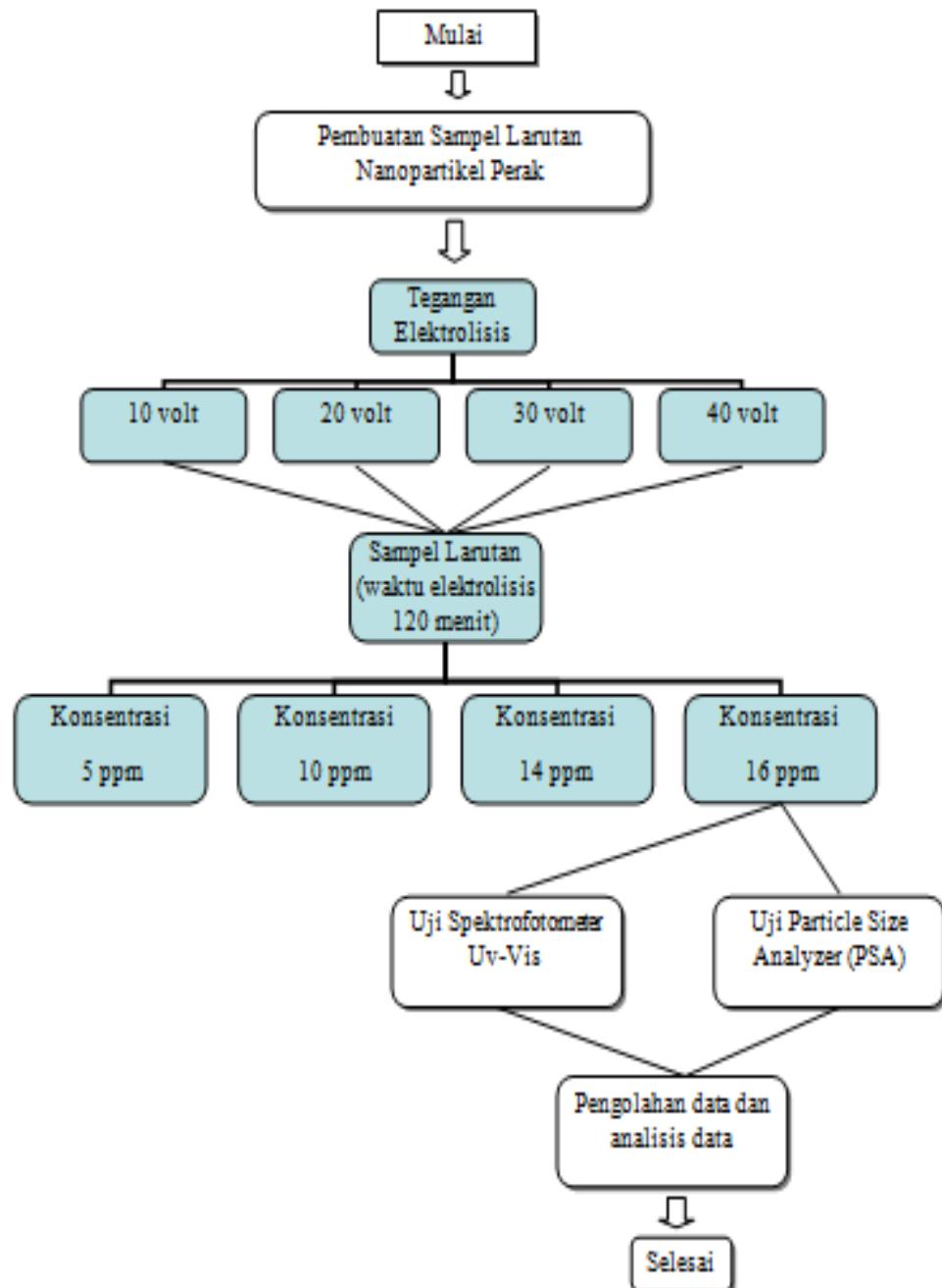
E. Langkah kerja

1. Mengukur massa (193,6 gram) , panjang (18 cm), dan ketebalan (0,5 milimeter) material perak batang perak yang berbentuk silinder sebagai elektroda.
2. Membuat 2 buah lubang pada penutup botol yang berbahan karet untuk memasukkan batang perak yang berjarak 1cm.
3. Menuangkan *aquades* ke dalam gelas sebanyak 500 ml. Setelah itu, menutup botol dengan penutup karet dengan batang perak yang sudah terpasang dipenutup.
4. Menggunakan *power supply* sebagai sumber tegangan ke batang perak menggunakan kabel penjepit sebelumnya dikalibrasi terdahulu menggunakan multimeter.
5. Mengatur sumber tegangan sebesar 10 volt, dalam waktu bersamaan tekan tombol on pada *power supply* dan *stopwatch*.
6. Melakukan pengecekan konsentrasi larutan (ppm) dalam *aquades* setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.
7. Memindahkan larutan yang sudah selesai dari proses elektrolisis kedalam botol coklat dan memberi label disetiap botol dengan jumlah konsentrasi larutan (ppm) yang dihasilkan.
8. Melakukan langkah 2 sampai 7 untuk variasi tegangan 20 volt, 30 volt, dan 40 volt.
9. Setelah semua variasi dilakukan, peneliti mempunyai sampel 1 dengan konsentrasi 5 ppm hasil dari tegangan 10 volt, sampel 2 dengan

konsentrasi 10 ppm hasil dari tegangan 20 volt, sampel 3 dengan konsentrasi 14 ppm hasil dari tegangan 30 volt, dan sampel 4 dengan konsentrasi 16 ppm hasil dari tegangan 40 volt.

10. Dari ke 4 sampel tersebut dipilih salah satu yaitu sampel 4 (konsentrasi 16 ppm) untuk diuji dengan spektofotometer Uv-vis dan Particle size analyzer (PSA) di Laboratorium Kimia Analitik Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematik adan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta dan di Laboratorium Teknologi Farmasi, Fakultas Farmasi, Univeritas Islam Indonesia.

F. Diagram Alir Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan material batang perak sebagai elektroda yang berbentuk silindris dengan massa 193,6 gram, panjang 18 centimeter, dan ketebalan 0,5 milimeter. Kemudian dicelupkan kedalam aquades sebanyak 500 ml. Pada waktu bersamaan diberikan tegangan yang bervariasi sebesar 10 volt, 20 volt, 30 volt, dan 40 volt. Penelitian dilakukan dalam rentang waktu 120 menit dan melakukan pengukuran konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit.

A. Pembuatan Nanopartikel Perak Dengan Teknik Elektrolisis.

Pada penelitian ini langkah pertama yang dilakukan ialah pembuatan nanopartikel perak menggunakan teknik elektrolisis. Dengan menggunakan material batang perak sebagai elektroda yang berbentuk silinder dengan panjang 18 centimeter, massa 193,6 gram dan ketebalan 0,5 milimeter diharapkan mampu meningkatkan kinerja dari teknik elektrolisis dengan aquades sebagai media pelarut. Pada proses teknik elektrolisis terebut, sebuah sumber listrik (power supply) dihubungkan ke dua buah material batang perak yang dicelupkan ke dalam aquades. Dengan menentukan besar tegangan dan waktu yang dilakukan diharapkan supaya peneliti dapat mengetahui pengaruh hubungan antara tegangan dan waktu elektrolisis terhadap konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS.

1 . Hubungan antara tegangan elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS.

Dalam proses ini, penelitian dilakukan dalam rentang waktu 120 menit untuk mengetahui jumlah konsentrasi larutan (ppm) yang terdapat pada aquades dengan memvariasi besar tegangannya yaitu pada 10 volt, 20 volt, 30 volt, dan 40 volt. maka akan didapatkan data sebagai berikut :

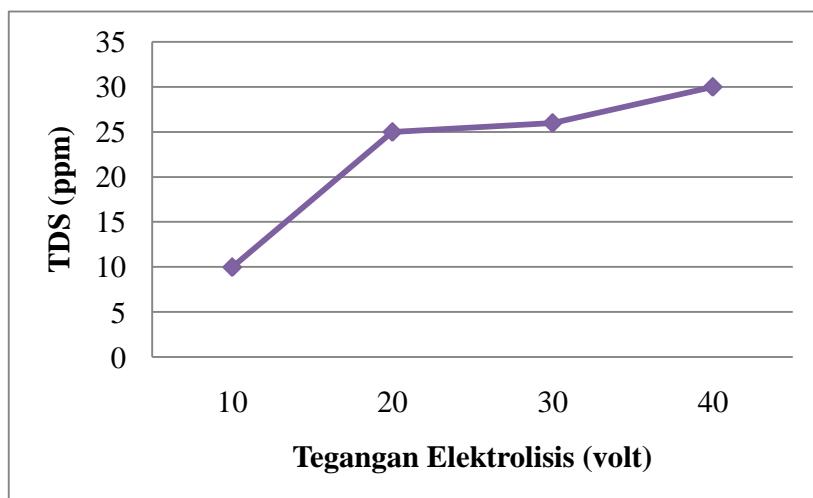
Tabel 2. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS dengan menggunakan variasi tegangan pada saat 120 menit.

Tegangan Elektrolisis (volt)	TDS (ppm)
10	16
20	22
30	23
40	30

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada tegangan 10 volt di menit ke 120 mempunyai konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS sebesar 10 ppm. Pada tegangan 20 volt di menit ke 120 mempunyai konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS sebesar 25 ppm. Pada tegangan 30 volt di menit ke 120 mempunyai konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS sebesar 26 ppm. Pada tegangan 40 volt di menit ke 120 mempunyai konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS sebesar 30 ppm. Dari data diatas dapat kita ketahui bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka kandungan total bahan terlarut semakin besar, tetapi bisa menjadi mungkin ketika tegangan melebihi 40 volt konsentrasi larutan

(ppm) akan menjadi konstan atau menurun. Hal ini dapat digambarkan pada grafik

Gambar 9.



Gambar 7. Grafik hubungan antara tegangan elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS

2. Hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS.

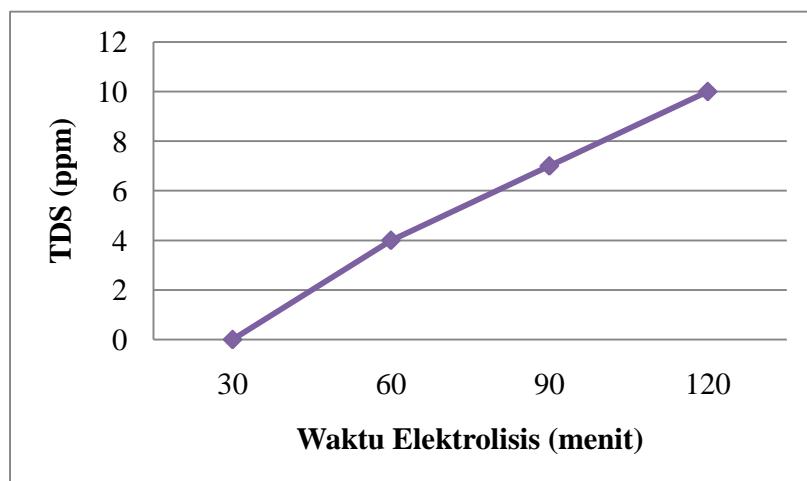
a. Dengan menggunakan variasi tegangan 10 volt.

Dalam proses ini, penelitian dilakukan dalam rentang waktu 120 menit dengan variasi tegangan 10 volt untuk mengetahui jumlah konsentrasi larutan (ppm) yang terdapat pada aquades dengan melakukan pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Maka akan didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 3. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 10 volt .

Waktu Elektrolisis (menit)	TDS (ppm)
30	0
60	4
90	7
120	10

Pada Tabel 3 dapat kita lihat bahwa pengujian pada tegangan 10 volt mengalami perubahan konsentrasi larutan (ppm) pada menit ke 60 yaitu sebesar 4 ppm. Pada menit ke 90 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 7 ppm. Kemudian, di menit ke 120 mengalami peningkatan konsentrasi larutan (ppm) sebesar 10 ppm. Hal ini dapat digambarkan pada grafik Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 10 volt.

b. Dengan menggunakan variasi tegangan 20 volt.

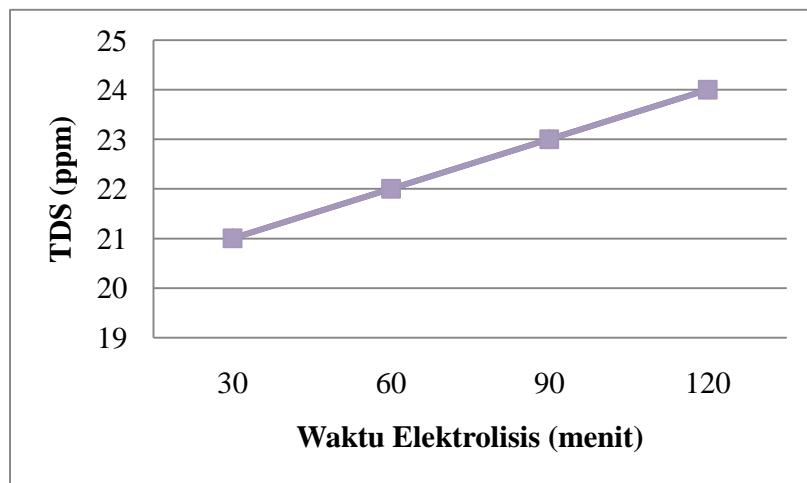
Dalam proses ini, penelitian dilakukan dalam rentang waktu 120 menit dengan variasi tegangan 20 volt untuk mengetahui jumlah konsentrasi larutan (ppm) yang terdapat pada aquades dengan melakukan pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Maka akan didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 20 volt.

Waktu Elektrolisis (menit)	TDS (ppm)
30	21
60	22
90	23
120	24

Pada Tabel 4 dapat kita lihat bahwa pengujian pada tegangan 20 volt mengalami perubahan konsentrasi larutan (ppm) pada menit ke 30 yaitu sebesar 21 ppm. Pada menit ke 60 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 22 ppm. Pada menit ke 90 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 23 ppm. Kemudian, di menit ke 120 mengalami peningkatan konsentrasi larutan (ppm) sebesar 24 ppm. Hal ini dapat digambarkan pada grafik

Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 20 volt.

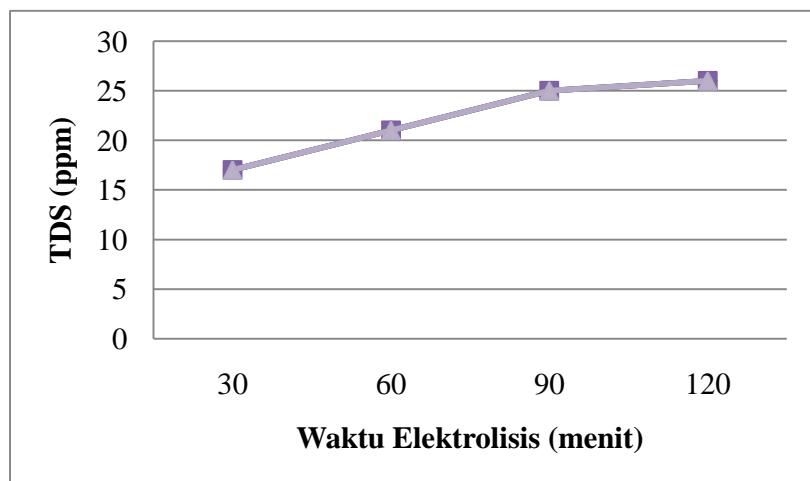
c. Dengan menggunakan variasi tegangan 30 volt.

Dalam proses ini, penelitian dilakukan dalam rentang waktu 120 menit dengan variasi tegangan 30 volt untuk mengetahui jumlah konsentrasi larutan (ppm) yang terdapat pada aquades dengan melakukan pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Maka akan didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 5. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 30 volt.

Waktu Elektrolisis (menit)	TDS (ppm)
30	17
60	21
90	25
120	26

Pada Tabel 5 dapat kita lihat bahwa pengujian pada tegangan 30 volt mengalami perubahan konsentrasi larutan (ppm) pada menit ke 30 yaitu sebesar 17 ppm. Pada menit ke 60 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 21 ppm. Pada menit ke 90 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 25 ppm. Kemudian, di menit ke 120 mengalami peningkatan konsentrasi larutan (ppm) sebesar 26 ppm. Hal ini dapat digambarkan pada grafik Gambar 10.



Gambar 10. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 30 volt.

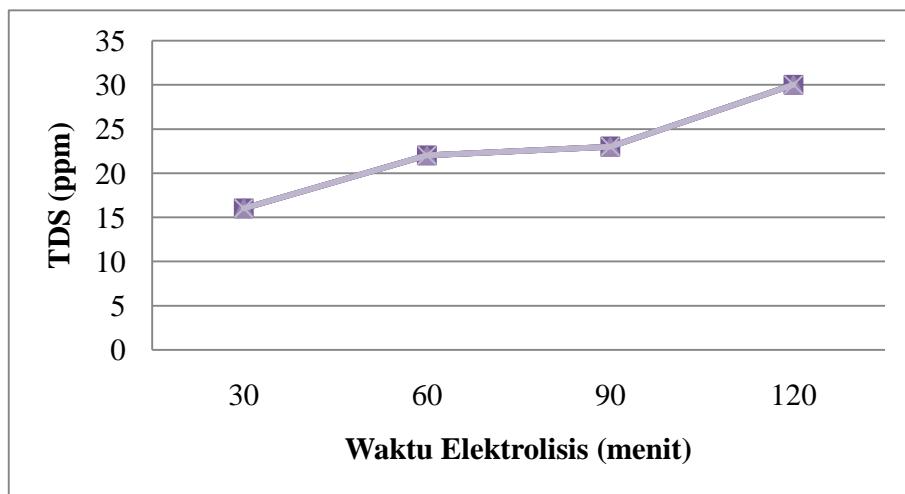
d. Dengan menggunakan variasi tegangan 40 volt.

Dalam proses ini, penelitian dilakukan dalam rentang waktu 120 menit dengan variasi tegangan 40 volt untuk mengetahui jumlah konsentrasi larutan (ppm) yang terdapat pada aquades dengan melakukan pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Maka akan didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 6. Konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS setiap 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada tegangan 40 volt.

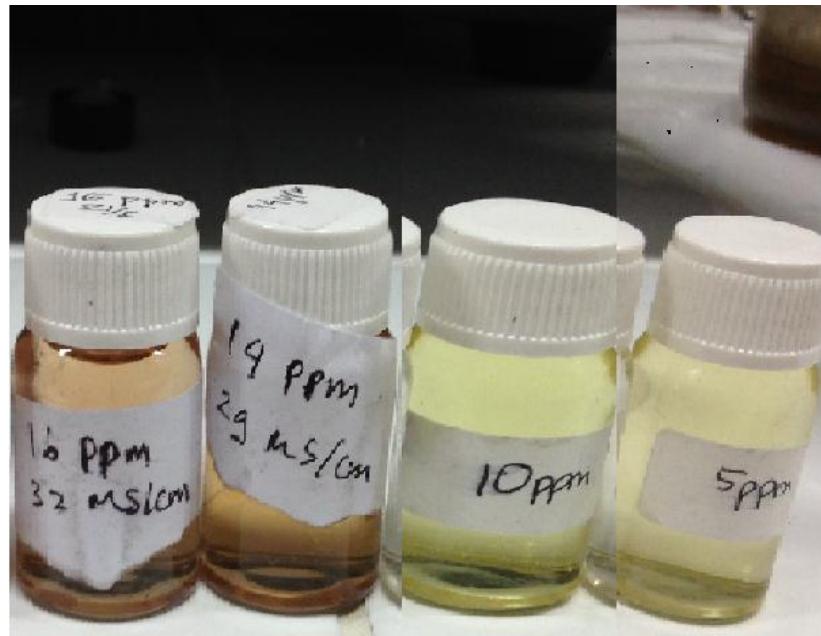
Waktu Elektrolisis (menit)	TDS (ppm)
30	16
60	22
90	23
120	30

Pada Tabel 6 dapat kita lihat bahwa pengujian pada tegangan 40 volt mengalami perubahan konsentrasi larutan (ppm) pada menit ke 30 yaitu sebesar 16 ppm. Pada menit ke 60 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 22 ppm. Pada menit ke 90 konsentrasi larutan (ppm) mengalami perubahan sebesar 23 ppm. Kemudian, di menit ke 120 mengalami peningkatan konsentrasi larutan (ppm) sebesar 30 ppm. Hal ini dapat digambarkan pada grafik Gambar 11.



Gambar 11. Grafik hubungan antara waktu elektrolisis dengan konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada tegangan 40 volt.

Konsentrasi larutan yang dihasilkan dari teknik elektrolisis tersebut mempunyai suatu elektrolit yaitu suatu zat terlarut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion yang didalamnya terdapat kandungan total bahan terlarut (Total Dissolve Solid atau TDS). Sebelum larutan yang dihasilkan dari teknik elektrolisis tersebut dimasukan ke dalam botol sampel berukuran 5ml untuk pengujian selanjutnya, peneliti mengukur kembali konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari pengukuran TDS pada cairan aquades yang didalamnya mempunyai larutan nanopartikel perak. Maka didapatkan hasil akhir dengan konsentrasi larutan 5 ppm, 10 ppm, 14 ppm, dan 16 ppm. Disini terdapat penurunan konsentrasi pada larutan dikarenakan rentang waktu pada saat pengambilan data pertama menuju proses pengujian yang kedua berhenti selama kurang lebih sekitar 3 minggu. Sampel larutan nanopartikel perak dapat dilihat pada Gambar 12.



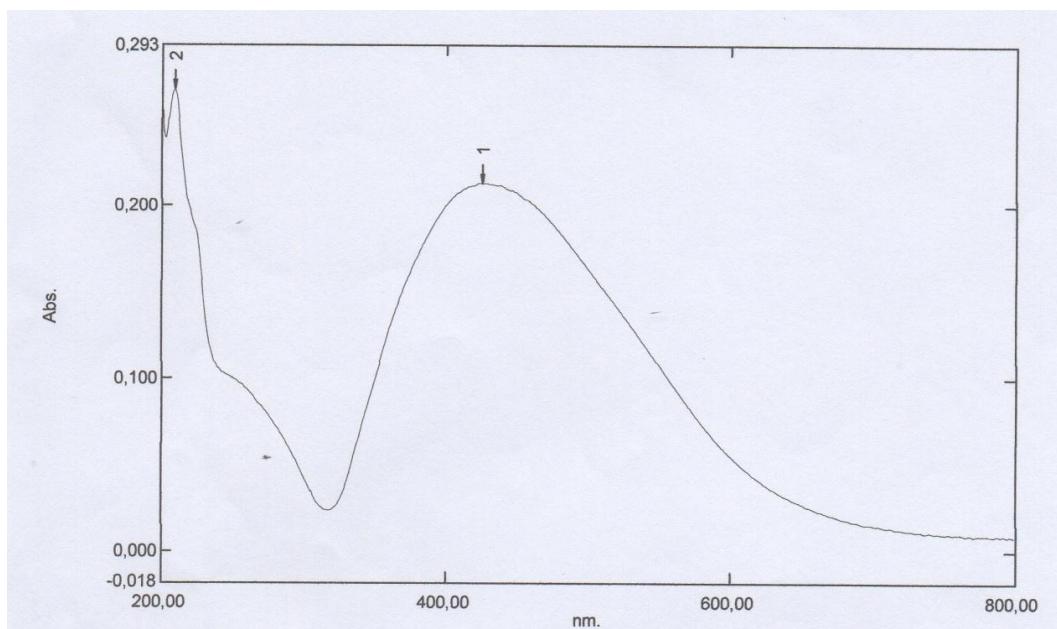
Gambar 12. Sampel larutan nanopartikel perak yang dihasilkan dari teknik elektrolisis.

Pada Gambar 12 dapat kita lihat bahwa warna nanopartikel perak bergantung pada ukuran partikelnya. Semakin besar jumlah konsentrasi yang terdapat dalam larutan maka warna yang dihasilkan akan menjadi kuning kemerahan.

B. Hasil Uji Spektrofotometer Uv-vis Larutan Nanopartikel Perak.

Berdasarkan hasil dari teknik elektrolisis didapatkan empat sampel yang memiliki konsentrasi larutan (ppm) berbeda yaitu 5 ppm untuk sampel 1, 10 ppm untuk sampel 2, 14 ppm untuk sampel 3, dan 16 ppm untuk sampel 4. Selanjutnya, peneliti akan menguji sampel tersebut dengan menggunakan spektrofotometer Uv-vis. Karakteristik Uv-vis dilakukan untuk mengetahui besar absorbansi dan panjang gelombang dari sampel larutan nanopartikel perak. Dilihat dari gambar 12

peneliti menggunakan salah satu sampel saja yaitu sampel dengan konsentrasi larutan sebesar 16 ppm memiliki warna nanopartikel perak yang berubah dari kuning menjadi kemerahan. Secara kualitatif ataupun kuantitatif hasil pengukuran menggunakan spektrofotometer Uv-Vis akan ditampilkan sebagai berikut :

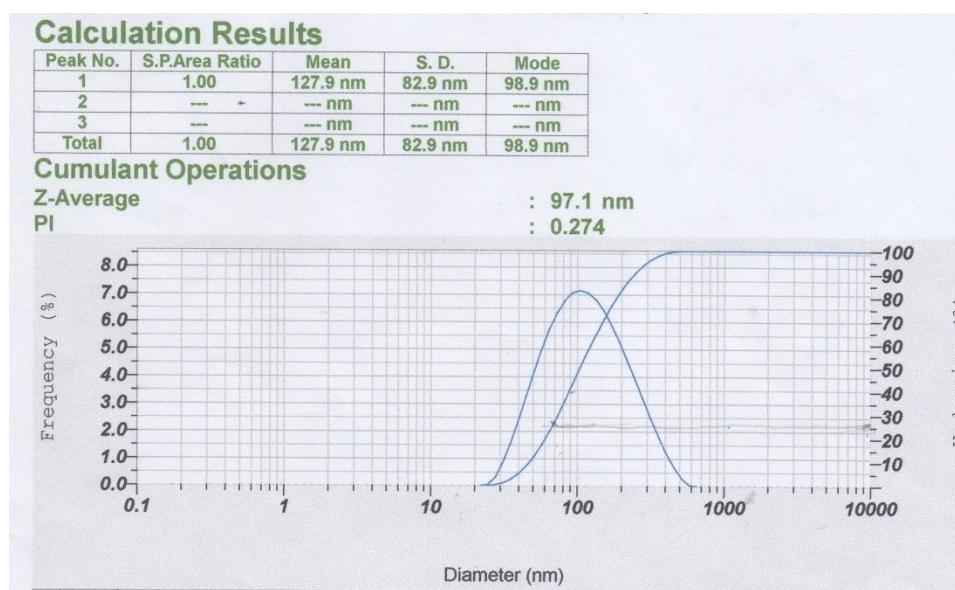


Gambar 13 .Grafik hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi nanopartikel perak pada konsentrasi 16 ppm.

Gambar 13 menunjukkan bahwa hasil uji Uv-vis larutan nanopartikel perak dengan konsentrasi 16 ppm mampu menyerap cahaya dari 400-500 nm dengan puncak panjang gelombang 425,50 memiliki nilai absorbansi sebesar 0,214. Nilai puncak absorbansi dari nanopartikel perak umumnya sekitar 400-500 nm (Bakir, 2011). Dari hasil uji Uv-vis ,nilai absorbansi dapat menunjukkan secara kualitatif jumlah nanopartikel perak yang terbentuk.

C. Hasil Uji *Particle Size Analyzer* (PSA) Larutan Nanopartikel Perak.

Berdasarkan Gambar 12 peneliti menggunakan salah satu sampel saja yaitu sampel dengan konsentrasi larutan sebesar 16 ppm karena warna nanopartikel perak bergantung pada ukuran partikelnya. Karena pada konsentrasi 16 ppm ini mempunyai warna yang kemerahan dikhawatirkan ukuran partikelnya melebihi ukuran dari nanopartikel sebesar 1-100 nm. Maka peniliti melakukan Uji *Particle size Analyzer* (PSA) bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel pada larutan nanopartikel perak dengan menggunakan metode uji *Dynamic light scattering*. Secara kualitatif ataupun kuantitatif hasil pengukuran menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) akan ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 14. hasil dari uji *particle size analyzer* menggunakan metode *dynamic light scattering*.

Berdasarkan Gambar 14 dapat kita ketahui bahwa ukuran nanopartikel pada sampel 4 (konsentrasi 16 ppm) tergolong sebagai nanopartikel yaitu sebesar 97,1 nm. Hal ini sesuai dengan teori , bahwa suatu bahan tergolong sebagai nanopartikel jika memiliki ukuran sebesar 1-100 nm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisi data, maka dari penelitian ini peneliti menyimpulkan bahwa :

1. Pada proses pembuatan nanopartikel perak dengan teknik elektrolisis didapatkan hubungan antara tegangan dan waktu elektrolisis terhadap konsentrasi larutan (ppm) yang diperoleh dari hasil pengukuran TDS. Karena semakin lama durasi (waktu) elektrolisis dan semakin besar tegangan elektrolisis maka konsentrasi larutan (ppm) yang didapatkan akan semakin tinggi pula.
2. Karakteristik nanopartikel perak hasil dari elektrolisis dapat dilihat dari warna larutan nanopartikel yang berubah dari kuning menjadi kemerahan didapatkan konsentrasi larutan sebesar 5 ppm berwarna hampir kekuningan untuk sampel 1, konsentrasi 10 ppm berwarna kuning jernih untuk sampel 2, konsentrasi 14 ppm berwarna hampir kemerahan untuk sampel 3, dan konsentrasi 16 ppm berwarna mendekati merah untuk sampel 4. Berdasarkan hasil uji uv-vis menunjukkan bahwa sudah terbentuk partikel perak yang berukuran nanometer. Sampel 4 (konsentrasi 16 ppm) mampu menyerap cahaya pada panjang gelombang dari 400 nm sampai 500 nm dengan puncak pada panjang gelombang 425,50 nm yaitu sebesar 0,214. Berdasarkan dari hasil uji PSA konsentrasi larutan 16 ppm masih tergolong sebagai nanopartikel yaitu sebesar 97,1 nm.

B. Saran

Setelah menyelesaikan penelitian ini, terdapat saran untuk peneliti selanjutnya:

1. Dalam penelitian ini, karena terdapat hubungan antara pengaruh tegangan dan waktu terhadap konsentrasi larutan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya, rentang waktu pada saat pengambilan data pertama menuju proses pengujian tidak terlalu lama. Karena akan mempengaruhi hasil kandungan total bahan terlarut (Total Dissolve Solid atau TDS) atau konsentrasi ppm.
2. Dengan hasil uji particle size analyzer yang menggunakan metode uji Dynamic light scattering (hamburan cahaya dinamis) untuk mengetahui ukuran partikel pada larutan nanopartikel perak. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut menggunakan metode scanning electron microscope (SEM) atau transmission electron microscope (TEM).
3. Dengan diketahui hasil uji spektfotometer Uv-Vis dan hasil uji particle size analyzer, diharapkan ada penelitian lebih lanjut tentang manfaat dari pembuatan nanopartikel perak berdasarkan hasil produksi dari proses elektrolisis.
4. Dengan diketahui hasil uji spektfotometer Uv-Vis dan hasil uji particle size analyzer, diharapkan ada penelitian lebih lanjut tentang cara pengaplikasian nanopartikel perak pada kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. Mikrajudin. (2009). Pengantar Nanosains. Bandung : ITB.
- Barkir. (2011). Pengembangan Biosintesi Nanopartikel Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (*Diospyros Blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga (II) dengan Metode Kolorimetetri. Skripsi. Jakarta : FMIPA UI.
- Buzea,C.,I.I.P.Blandino, and K.Robbie.2007. Nanomaterials and Nanoparticles : Source and Toxicity. Biointerphases 2.
- Clunan, Anne.et.al. 2014. Nanotechnology in A Globalized Word Strategic Assessments of An Emerging Technology, Muntery : Naval Postgraduate School.
- Etzler,2014.The AAPS Journal: 6 (3) Articles 20.
- Fessenden, R.J.and J.S, Fessenden. 1986. Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga. Jilid 1. Terjemahan oleh A.N.Pudjaatmaka Erlangga. Jakarta.
- Fessenden, R.J.and J.S, Fessenden. 1986. Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga. Jilid 2. Terjemahan oleh A.N.Pudjaatmaka Erlangga. Jakarta.
- Haryono.A, dkk. Sintesa Nanopartikel Perak dan Potensi Aplikasinya. Jurnal Riset Industri. 2008 : 2(3) : 155-63
- Ilma Nafia. 2012. Nanopartikel Perak Termodifikasi L-Sisteian sebagai Indikator Warna Untuk Logam Pencemar Pada Sampel Ikan Tongkol, Skripsi. Depok :FMIPA UI.
- Januar Widakdo. 2015. Uji Intensitas Cahaya Lampu dan Tegangan Keluaran Pada Akumulator Basah Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Larutan Nanopartikel Perak AgNO3. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Keenan and W, Charles. 1992. Kimia untuk Universitas. Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Montazer, M. Hazimirzaba H, Rahimi MK, and Alibakhski S. 2012. Durable Anti- Bacterial Nylon Carpet Using Colloidal Nanosilver. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe,20 (93). 96-101.
- Nagarajan,R.2008. Nanoparticles : Building Bloks for Nanotechnogy Dalam Nanoparicles : Synthesis, Stabilization Passivation And Functionalization.Merican Cheical Society, (3), 4-6.

- Oldenburg. 2011. Silver Nanoparticles Properties and Applications. USA: Sigma-Aldrich.<http://www.sigmaaldrich.com/materialsscience/mamomaterials/silver-nanoparticles.html>. .
- Sarah Ulfa. 2018. Clinical Pharmacist, Pharmacy Faculty : Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Silaikaite, A,et al.2006. Analysis of Silver Nanoparticles Produced by Chemicam Reduction of Silver Salt Solution. Materials Science. Vol.12. Hlm.4.
- Solomon, S.D,M.Bahadary, A.V,Jeyaraja Singam,S.A.Rutkowsky,C. Boritz & L.Mulfinger. 2007. Synthesis and Study of Silver nanoparticles, Journal of Chemical Education, 84 (2),322- 325.
- Wiharti. 2010. Aplikasi Metode Elektrolisis Menggunakan elektroda Platina (Pt), Tembaga (Cu), dan Karbon (C) Untuk Penurunan Kadar Cr Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan kulit di Desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta
- Yulianti, K, Nursis,Wati,Urip,Rahayu et al. 2010. Hubungan Tingkat Self Care Dengan Tingkat Hbals Pada Klien Dabetes Melitus Tipe 2 Dipoliklinik Endokrin RSUP Dr Hasan Sadikin Bandung. -. Journals reference diunduh pada tanggal 1 Oktober 2012.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Hasil Uji Spektrometer Uv-Vis

Lampiran 2

Hasil Uji Particle Size Analyzer

LAMPIRAN

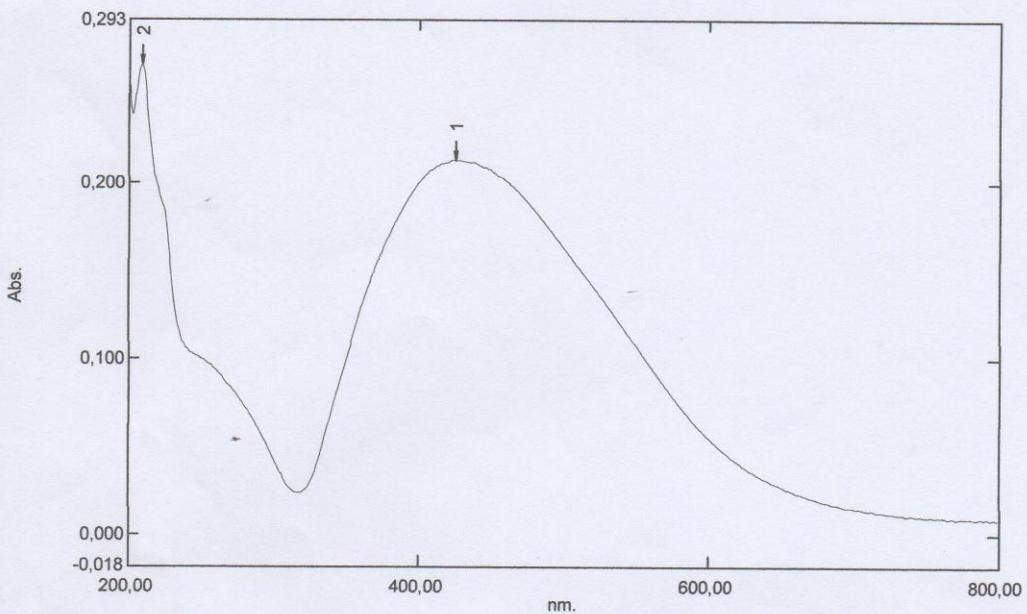
Lampiran 1

Hasil Uji Spektrometer Uv-Vis

Spectrum Peak Pick Report

01/01/2002 00:14:04

Data Set: 16 ppm 2.spc - RawData



Measurement Properties

Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	●	425,50	0,214	
2	●	208,50	0,267	

Instrument Properties

Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 2,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

Attachment Properties

Attachment: None

Sample Preparation Properties

Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

Lampiran 2

Hasil Uji Particle Size Analyzer

SZ-100

101.C.PSA.VII.2018.nsz

Measurement Results

Date	: Tuesday, July 24, 2018 9:13:29 AM
Measurement Type	: Particle Size
Sample Name	: 16 ppm
Scattering Angle	: 90
Temperature of the Holder	: 24.8 deg. C
Dispersion Medium Viscosity	: 0.898 mPa.s
Transmission Intensity before Meas.	: 20643
Distribution Form	: Standard
Distribution Form(Dispersity)	: Monodisperse
Representation of Result	: Scattering Light Intensity
Count Rate	: 955 kCPS

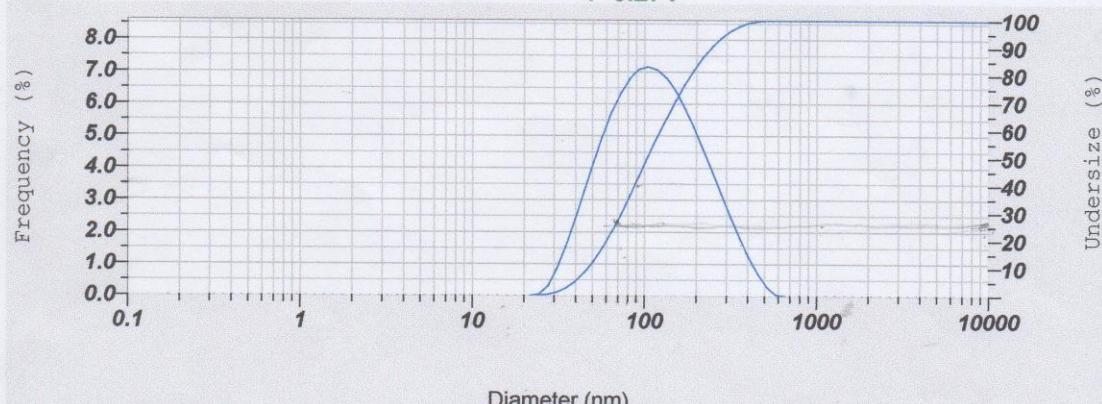
Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	127.9 nm	82.9 nm	98.9 nm
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
Total	1.00	127.9 nm	82.9 nm	98.9 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 97.1 nm

PI : 0.274



No.	Diameter	Frequency	Cumulation												
1	0.34	0.000	0.000	23	4.97	0.000	0.000	45	72.87	6.333	29.519	67	1068.52	0.000	100.000
2	0.38	0.000	0.000	24	5.61	0.000	0.000	46	82.33	6.783	36.302	68	1207.24	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	25	6.34	0.000	0.000	47	93.02	7.055	43.357	69	1363.97	0.000	100.000
4	0.49	0.000	0.000	26	7.17	0.000	0.000	48	105.10	7.144	50.501	70	1541.04	0.000	100.000
5	0.55	0.000	0.000	27	8.10	0.000	0.000	49	118.74	7.053	57.554	71	1741.10	0.000	100.000
6	0.62	0.000	0.000	28	9.15	0.000	0.000	50	134.16	6.795	64.349	72	1967.14	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	29	10.34	0.000	0.000	51	151.57	6.392	70.741	73	2222.51	0.000	100.000
8	0.80	0.000	0.000	30	11.68	0.000	0.000	52	171.25	5.870	76.611	74	2511.05	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	31	13.20	0.000	0.000	53	193.48	5.257	81.868	75	2837.04	0.000	100.000
10	1.02	0.000	0.000	32	14.91	0.000	0.000	54	218.60	4.584	86.452	76	3205.35	0.000	100.000
11	1.15	0.000	0.000	33	16.84	0.000	0.000	55	246.98	3.879	90.331	77	3621.48	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	34	19.03	0.000	0.000	56	279.04	3.167	93.498	78	4091.63	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	35	21.50	0.000	0.000	57	315.27	2.472	95.970	79	4622.81	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	36	24.29	0.037	0.037	58	356.20	1.814	97.784	80	5222.96	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	37	27.45	0.285	0.321	59	402.44	1.211	98.995	81	5901.02	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	38	31.01	0.821	1.142	60	454.69	0.687	99.683	82	6667.10	0.000	100.000
17	2.39	0.000	0.000	39	35.03	1.545	2.687	61	513.71	0.277	99.960	83	7532.65	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	40	39.58	2.380	5.067	62	580.41	0.040	100.000	84	8510.56	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	41	44.72	3.265	8.332	63	655.76	0.000	100.000	85	9615.42	0.000	100.000
20	3.45	0.000	0.000	42	50.53	4.149	12.481	64	740.89	0.000	100.000	86	10863.72	0.000	100.000
21	3.89	0.000	0.000	43	57.09	4.983	17.463	65	837.07	0.000	100.000				
22	4.40	0.000	0.000	44	64.50	5.723	23.187	66	945.74	0.000	100.000				