SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN REDUKTOR ASAM *p*-HIDROKSIBENZOAT DAN UJI SENSITIVITAS DETEKSI ION LOGAM DENGAN PENAMBAHAN LISIN

YOAKIM
H1031201014

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
2025

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN REDUKTOR ASAM *p*-HIDROKSIBENZOAT DAN UJI SENSITIVITAS DETEKSI ION LOGAM DENGAN PENAMBAHAN LISIN

YOAKIM

H1031201014

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Sintesis Nanopartikel Perak menggunakan Reduktor Asam *p*-Hidroksibenzoat dan Uji Sensitivitas Deteksi Ion Logam dengan Penambahan Lisin
Nama Mahasiswa	: Yoakim
NIM	: H1031201014
Jurusan/Program Studi	: S-1 Kimia
Tanggal Lulus	: 16 Januari 2025
Pembimbing	: No. 751/UN22.8/TD.06/5 Maret 2024
Penguji	: No. 5540/UN22.8/TD.06/31 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.	Prof. Rudiyansyah, Ph.D
NIP. 197108022000031001	NIP. 197201242000121001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si	Firman Shantya Budi, S.Pd, M.Sc
NIP. 197506022000032001	NIP. 198905292023211027

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.	Prof. Rudiyansyah, Ph.D
NIP. 197108022000031001	NIP. 19720124200012101

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Yoakim
NIM	: H1031201014
Program Studi/Jurusan	: S-1 Kimia
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun., 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 17 Februari 2025

Yoakim

H1031201014

Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Reduktor Asam *p*-Hidroksibenzoat dan Uji Sensitivitas Deteksi Ion Logan Dengan Penambahan Lisin

Abstrak

Nanopartikel perak disintesis menggunakan asam *p*-hidroksibenzoat dan uji sensitivitas deteksi ion logam dengan penambahan lisin. Asam *p*-hidroksibenzoat sebagai agen pereduksi dan penudung berfungsi untuk mereduksi ion perak Ag^{+} menjadi logam perak Ag^{0}, serta mencegah agregasi nanopartikel agar tetap stabil. Penambahan lisin sebagai ligan dalam mendeteksi ion logam berperan sebagai jembatan penghubung dalam proses pembentukan agregat antara nanopartikel dan ion logam, yang pada akhirnya mengubah puncak serapan SPR sehingga bisa diamati melalui spektrofotometer UV-Visible. Nanopartikel yang dihasilkan memiliki puncak serapan *Surface Plasmon Resonance* (SPR) pada panjang gelombang 425 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanopartikel perak dengan penambahan lisin lebih sensitif dalam mendeteksi ion logam Ni(II) dengan puncak spektrum muncul pada panjang gelombang 420 nm dan 630 nm. Uji validasi metode menunjukkan tingkat linearitas yang tinggi pada lisin 10^{-2} berdasarkan nilai R^2 sebesar 0,9903, dengan batas deteksi (LOD) sebesar $4{,}74 \times 10^{-5}$ dan batas kuantitasi (LOQ) $1{,}58 \times 10^{-4}$. Uji presisi juga menunjukkan hasil yang baik dengan nilai %CV yang diperoleh lebih kecil dari 2/3 CV Horwitz, uji akurasi dengan *%recovery* perolehan kembali memberikan hasil yang baik dengan nilainya yaitu 81,53%.

Kata kunci: nanopartikel perak, lisin, ion logam, validasi metode

Synthesis of Silver Nanoparticles Using *p*-Hydroxybenzoic Acid as a Reducing Agent and Sensitivity Test for Metal Ion Detection with the Addition of Lysine

Abstract

Silver nanoparticles were synthesized using p-hydroxybenzoic acid, and the sensitivity test for metal ion detection was carried out with the addition of lysine. P-hydroxybenzoic acid, acting as a reducing and capping agent, reduces silver ions (Ag^{+}) to metallic silver (Ag^{0}) while preventing nanoparticle aggregation, ensuring their stability. The addition of lysine as a ligand in detecting metal ions functions as a bridging agent in the aggregate formation process between nanoparticles and metal ions, ultimately altering the Surface Plasmon Resonance (SPR) absorption peak, which can be observed using a UV-Visible spectrophotometer. The resulting nanoparticles exhibited an SPR absorption peak at a wavelength of 425 nm. The results of the study showed that silver nanoparticles with the addition of lysine were more sensitive in detecting Ni(II) metal ions, with spectrum peaks appearing at wavelengths of 420 nm and 630 nm. Method validation tests demonstrated high linearity at a lysine concentration of 10^{-2}, with an R^2 value of 0.9903, a limit of detection (LOD) of 4.74×10^{-5}, and a limit of quantitation (LOQ) of 1.58×10^{-4}. Precision tests also showed good results, with the %CV obtained being smaller than 2/3 of the Horwitz CV. Accuracy tests with %recovery indicated satisfactory results, with a recovery value of 81.53%.

Keywords: silver nanoparticles, lysine, metal ions, method validation

PRAKATA

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan limpahan-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Reduktor Asam *p*-Hidroksibenzoat dan Uji Sensitivitas Deteksi Ion Logam dengan Penambahan Lisin". Penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, serta pembimbing yang memberikan ide-ide dalam penelitian, serta mendukung penulis selama proses penelitian dan membantu mempercepat penyelesaian studi.
2. Bapak Dr. Andi Hairil Alimudin., S.Si, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia dan juga dosen pengajar selama masa perkuliahan, yang telah memberikan banyak arahan dan motivasi kepada penulis untuk terus berkembang.
3. Bapak Prof. Rudiyansyah, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, masukan, dan dukungan selama proses pembuatan skripsi ini. Dedikasi dan waktu yang Bapak luangkan sangat membantu penulis dalam menghadapi tantangan yang ada dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik
4. Ibu Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si, selaku dosen penguji pertama yang memberikan masukan yang sangat berharga selama proses penelitian ini. Saran dan koreksi yang diberikan sangat membantu saya dalam meningkatkan kualitas penulisan skripsi.
5. Bapak Firman Shantya Budi, S.Si, M.Sc, selaku dosen penguji kedua dalam ujian skripsi. Masukan dan koreksi yang diberikan sangat berarti dalam memperbaiki penulisan skripsi ini.
6. Bapak Ignasius Ngombang, selaku orangtua penulis yang selalu memberikan segala dukungan, cinta, dan pengorbanan selama ini. Bapak selalu menjadi sumber inspirasi dan motivasi penulis dalam setiap perjalanan hidup.
7. Ibu Ermina Wartina, selaku orang tua penulis yang selalu memberikan semua cinta, dukungan, dan pengorbanan kepada penulis disetiap langkah. Ibu selalu

ada di samping penulis dalam setiap langkah yang ambil, memberikan semangat dan motivasi yang tak ternilai.

8. Dini Sriyanti, Abdul Heri, Yosafat dan Martin, selaku kakak, abang, dan adik penulis yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang. Kalian adalah teman terbaik penulis, yang selalu ada dalam suka dan duka. Setiap momen yang kita lewati bersama sangat berarti, dan penulis bersyukur memiliki kalian di dalam hidup. Semoga kita selalu mendukung satu sama lain dalam setiap langkah yang diambil.
9. Teman-teman angkatan, yang selalu membantu penulis dalam mengikuti mata perkuliahan dan menyelesaikannya, semua kenangan indah yang kita ciptakan bersama selama masa kuliah selalu penulis ingat. Dukungan dan kerjasama kalian sangat berarti dalam perjalanan ini. Setiap momen, baik suka maupun duka, telah memperkuat persahabatan kita. Penulis sangat bersyukur bisa menjalani pengalaman ini bersama kalian.

Pontianak, 17 Februari 2025

Yoakim

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI viii

DAFTAR TABEL x

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1Nanopartikel Perak 4

2.2 Sifat Nanopartikel Perak 5

2.3 Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak 6

2.4 Agen Pereduksi dan Agen Penudung Nanopartikel Perak 8

2.5 Lisin Sebagai Ligan 9

2.6 *Hard Soft Acid Base* (HSAB) 10

2.7 Spektrofotometer UV-Vis 12

2.8 Validasi Metode 13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 16

3.2 Alat dan Bahan 16

3.3 Prosedur Penelitian 16

3.3.1 Sintesis dan karakterisasi nanopartikel perak 16

3.3.4.1 Uji linearitas.....17
3.3.4.2 Uji batas deteksi dan batas kuantisasi.....18
3.2.4.3 Uji presisi dan akurasi.....18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 19
4.1 Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Perak.....19
4.2 Uji Deteksi Ion Logam dengan Nanopartikel Perak ditambahkan Lisin.....21
4.3 Uji Validasi Metode 33
BAB V PENUTUP.....40
5.1 Simpulan.....40
5.2 Saran 40
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN.....46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengelompokan logam berdasarkan aturan HSAB 11
Tabel 3.1 Pengelompokan bahan logam……16
Tabel 4.1 Hasil perubahan warna pada larutan logam dengan NPAg dan lisin.....22
Tabel 4.2 Penentuan LOD dan LOQ.....35
Tabel 4.3 Data hasil perhitungan presisi NPAg terhadap logam nikel 36
Tabel 4.4 Data hasil perhitungan presisi NPAg terhadap logam nikel 37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembentukan nanopartikel perak 5
Gambar 2.2 Interaksi medan listrik dengan nanopartikel 6
Gambar 2.3 Spektrum UV-Vis nanopartikel perak 8
Gambar 2.4 Struktur lisin.....10
Gambar 4.1 Usulan mekanisme pembentukan nanopartikel perak.....19
Gambar 4.2 Hasil sintesis nanopartikel perak.....20
Gambar 4.3 Hasil spektrum nanopartikel perak.....21
Gambar 4.4 Spektrum NPAg pada logam Ni(II) 24
Gambar 4.5 Spektrum NPAg pada logam Pb(II) 25
Gambar 4.6 Spektrum NPAg pada logam Fe(II) 26
Gambar 4.7 Spektrum NPAg pada logam Zn(II).....26
Gambar 4.8 Spektrum NPAg pada logam Cu(II).....27
Gambar 4.9 Spektrum NPAg pada logam Mg(II).....28
Gambar 4.10 Spektrum NPAg pada logam Fe(III) 29
Gambar 4.11 Spektrum NPAg pada logam Mn(II).....30
Gambar 4.12 Spektrum NPAg pada logam Ca(II).....31
Gambar 4.13 Model interaksi NPAg dengan lisin dan logam Ni(II) 33
Gambar 4.14 Grafik linearitas nanopartikel perak dengan penambahan lisin 34
Gambar 4.15 Sampel air sungai 39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Perhitungan dalam pembuatan larutan.....46
Lampiran 1.2 Perhitungan validasi metode analisis kimia.....48
Lampiran 1.3 Dokumentasi penelitian 56

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hingga saat ini, berbagai jenis nanopartikel telah dikembangkan, termasuk nanopartikel logam, oksida logam, semikonduktor, polimer, dan material karbon. Nanopartikel logam mendapat perhatian khusus dalam penelitian karena mudah disintesis dan memiliki berbagai aplikasi luas sebagai detektor, katalis, dan zat pelapis permukaan. Beberapa contoh nanopartikel logam yang telah diteliti mencakup perak, emas, seng, tembaga, dan titanium (Nagarajan dan Horton, 2008). Salah satu logam yang memiliki banyak manfaat dalam bentuk nanopartikelnya adalah perak (Fadliah, 2017).

Pembentukan perak dengan ukuran nano secara garis besar dapat dilakukan dengan metode fisika (*top-down*) dan metode kimia (*bottom-up*). Salah satu metode populer dalam sintesis nanopartikel adalah reduksi kimia, yang termasuk dalam metode kimia (*bottom-up*). Metode reduksi kimia (*bottom-up*) dipilih karena mudah dilakukan, biaya yang relatif murah, kemungkinannya untuk diproduksi dalam skala besar dan efektif menghasilkan nanopartikel (Lu dan Chou, 2008). Pembentukan nanopartikel perak ditandai dengan perubahan warna (dari tidak berwarna menjadi kuning) dan munculnya puncak intensitas plasmon resonansi permukaan pada panjang gelombang 400-450 nm. Intensitasnya diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 300-700 nm (Chuchita *et al*., 2018).

Sintesis nanopartikel perak seringkali dihadapkan dengan permasalahan tentang sensitivitas deteksi ion logam yang rendah. Agen pereduksi dan agen penudung yang dapat mempengaruhi ukuran dan stabilitas nanopartikel serta aglomerasi yang menyebabkan ukuran nanopartikel perak bertambah sehingga dapat menghambat efisiensi deteksi (Ridwan *et al*., 2018). Sintesis nanopartikel perak dapat ditingkatkan kontrolnya untuk meningkatkan sensitivitas deteksi. Oleh karena itu, sintesis nanopartikel perak seringkali menggunakan zat penstabil untuk menjaga stabilitas nanopartikel perak (Apriandanu *et al*., 2013).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menemukan agen baru baik untuk pereduksi maupun penudung. Asam *p*-hidroksibenzoat dapat berfungsi sebagai agen pereduksi dan penudung dalam sintesis nanopartikel perak (Gusrizal *et al*., 2016; Gusrizal *et al*., 2017). Sintesis nanopartikel perak menggunakan reduktor asam *p*-hidroksibenzoat dapat memberikan stabilitas yang lebih baik. Penelitian ini menggunakan asam *p*-hidroksibenzoat yang strukturnya mengandung gugus hidroksil sehingga diharapkan mampu mereduksi Ag^{+} menjadi Ag^{0}. Adanya gugus karboksilat yang diharapkan dapat menstabilkan dan meningkatkan interaksi nanopartikel perak yang dihasilkan. Prinsip kerja nanopartikel perak dalam mendeteksi ion logam dengan penambahan lisin didasarkan pada pembentukan agregat akibat adanya ion logam, yang kemudian menyebabkan perubahan warna. Perubahan warna ini mengakibatkan pergeseran puncak serapan *surface plasmone resonance* (SPR), yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Susanthy *et al*., 2017; Ravindran *et al*. 2012; Oktavia, 2021).

Pemanfaatan lisin sebagai ligan karena nanopartikel perak menggunakan reduktor asam *p*-hidroksibenzoat memiliki efek spektra plasmon resonansi permukaan sehingga memiliki selektivitas dan sensitivitas yang tinggi. Penambahan lisin sebagai ligan berperan sebagai jembatan penghubung dalam proses pembentukan agregat antara nanopartikel dan ion logam, yang pada akhirnya mengubah puncak serapan SPR sehingga bisa diamati melalui spektrofotometer UV-Vis (Haryono *et al*., 2008; Oktavia, 2021). Selain itu, Kemampuan ion perak dapat mengikat zat lain dengan ikatan kovalen yang relatif kuat. Kemampuan tersebut dapat dijadikan solusi potensial untuk aplikasi sensor dan detektor. Salah satunya adalah deteksi ion logam berat, yang mana kesensitifannya juga sangat kecil hingga konsentrasi parts per billion. Selain itu, ion logam berat merupakan salah satu limbah dari aktivitas industri yang merupakan zat pencemar yang berbahaya dan bersifat toksik. Keberadaan logam berat ini harus diminimalisir supaya tidak merusak lingkungan dengan memanfaatkan nanopartikel perak menggunakan reduktor asam *p*-hidroksibenzoat dengan bantuan ligan sebagai sensor deteksi ion logam (Azhar *et al*., 2019).

Penelitian ini penting dilakukan karena belum ditemukannya publikasi

mengenai sintesis nanopartikel perak menggunakan reduktor asam *p*-hidroksibenzoat dan uji sensitivitas deteksi ion logam dengan penambahan lisin sebagai ligan. Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian sintesis nanopartikel perak dengan metode kimia reduksi menggunakan reduktor asam *p*-hidroksibenzoat dan uji sensitivitas deteksi ion logam dengan penambahan lisin.

1.2 Rumusan Masalah

a. Bagaimana pengaruh penambahan lisin sebagai ligan pada nanopartikel perak dalam mendeteksi ion logam?
b. Berapa hasil validasi metode nanopartikel perak dengan penambahan lisin sebagai ligan dalam deteksi ion logam Ni(II)?

1.3 Tujuan Penelitian

a. Mengetahui pengaruh penambahan lisin sebagai ligan pada nanopartikel perak dalam mendeteksi ion logam.
b. Untuk menentukan hasil validasi metode nanopartikel perak dengan penambahan lisin sebagai ligan dalam deteksi ion logam Ni(II).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan pemahaman tentang pengaruh penambahan lisin sebagai ligan pada nanopartikel perak dalam mendeteksi ion logam. Penelitian ini dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan metode deteksi ion logam yang lebih sensitif dan efektif.