



SINTESIS DAN KARAKTERISASI *NANOALLOY* EMAS-PERAK DENGAN METODE HIJAU UNTUK APLIKASI PENYEMBUHAN LUKA

SITI MASYITHAH



**PROGRAM STUDI BIOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Nanoalloy* Emas-Perak dengan Metode Hijau untuk Aplikasi Penyembuhan Luka” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Siti Masyithah
G7501232012



RINGKASAN

SITI MASYITHAH. Sintesis dan Karakterisasi *Nanoalloy* Emas-Perak dengan Metode Hijau untuk Aplikasi Penyembuhan Luka. Dibimbing oleh YESSIE WIDYA SARI dan MUHANDIS SHIDDIQ.

Nanoalloy emas-perak (AuAgNPs) berpotensi sebagai material antibakteri untuk aplikasi penyembuhan luka, tetapi pengembangannya memerlukan keseimbangan antara aktivitas antibakteri, kestabilan koloid, dan biokompatibilitas. Penelitian ini bertujuan menyintesis AuAgNPs melalui pendekatan *dual-laser* dengan sistem stabilisasi ganda PVP-BSA, menganalisis karakteristik fisikokimianya, serta mengevaluasi aktivitas antibakteri dan sitotoksitasnya terhadap sel fibroblas.

AuNPs dan AgNPs terlebih dahulu disintesis secara terpisah melalui ablasi laser pulsa menggunakan laser Nd:YAG dalam medium PVP. Kedua koloid kemudian dicampur dan diiradiasi menggunakan laser femtosecond untuk membentuk AuAgNPs. Sistem stabilisasi ganda dilakukan melalui penggunaan PVP sebagai penstabil awal selama sintesis dan BSA sebagai penstabil tambahan setelah pembentukan AuAgNPs. Karakterisasi dilakukan untuk mengevaluasi sifat optik, komposisi unsur, morfologi, ukuran partikel, ukuran hidrodinamik, dan stabilitas koloid. Evaluasi biologis dilakukan melalui uji aktivitas antibakteri dan uji sitotoksitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *dual-laser* berhasil membentuk AuAgNPs, ditandai oleh munculnya satu puncak plasmonik pada posisi *intermediate* antara puncak AgNPs dan AuNPs serta pergeserannya mengikuti komposisi Au-Ag. Pemetaan unsur juga menunjukkan keberadaan Au dan Ag pada area partikel yang sama. Penambahan BSA pada sistem berpenstabil PVP meningkatkan stabilitas elektrostatik koloid, meskipun distribusi ukuran hidrodinamik menjadi lebih lebar. Respons biologis berbeda antarsampel. AgNPs-PVP-BSA menunjukkan viabilitas fibroblas yang lebih tinggi pada konsentrasi rendah, tetapi tidak membentuk zona hambat pada uji difusi sumur. AuNPs-PVP-BSA bersifat sitotoksik dan juga tidak membentuk zona hambat. AuAgNPs-PVP-BSA menunjukkan aktivitas antibakteri paling baik, terutama pada komposisi Au_{0,25}Ag_{0,75}, tetapi seluruh komposisinya masih sangat sitotoksik terhadap fibroblas. Hasil ini menunjukkan bahwa sintesis *dual-laser* dengan sistem stabilisasi PVP-BSA berhasil menghasilkan AuAgNPs yang memiliki aktivitas antibakteri, tetapi masih memerlukan optimasi untuk meningkatkan biokompatibilitasnya sebelum dikembangkan sebagai material penyembuhan luka.

Kata kunci: aktivitas antibakteri, AuAgNPs, *dual-laser*, PVP-BSA, sitotoksitas.

SUMMARY

SITI MASYITHAH. Synthesis and Characterization of Gold-Silver Nanoalloys Using a Green Method for Wound Healing Applications. Supervised by YESSIE WIDYA SARI and MUHANDIS SHIDDIQ.

Gold-silver nanoalloys (AuAgNPs) have potential as antibacterial materials for wound healing applications, but their development requires a balance among antibacterial activity, colloidal stability, and biocompatibility. This study aimed to synthesize AuAgNPs using a dual-laser approach and dual PVP-BSA stabilization, analyze their physicochemical characteristics, and evaluate their antibacterial activity and cytotoxicity toward fibroblast cells.

AuNPs and AgNPs were first synthesized separately through pulsed laser ablation using an Nd:YAG laser in a PVP medium. The two colloids were then mixed and irradiated using a femtosecond laser to form AuAgNPs. The dual stabilization system employed PVP as the initial stabilizer during synthesis and BSA as an additional stabilizer after AuAgNP formation. Characterization was performed to evaluate optical properties, elemental composition, morphology, particle size, hydrodynamic size, and colloidal stability. Biological evaluation was carried out through antibacterial activity and cytotoxicity tests.

The results showed that the dual-laser approach successfully formed AuAgNPs, as indicated by the emergence of a single plasmonic peak at an intermediate position between the AgNP and AuNP peaks, with its position shifting according to the Au-Ag composition. Elemental mapping also demonstrated the presence of Au and Ag within the same particle regions. The addition of BSA to the PVP-stabilized system improved the electrostatic stability of the colloids, although the hydrodynamic size distribution became broader. Biological responses varied among the samples. AgNPs-PVP-BSA exhibited higher fibroblast viability at low concentrations but did not produce inhibition zones in the agar well diffusion assay. AuNPs-PVP-BSA were cytotoxic and did not produce inhibition zones. AuAgNPs-PVP-BSA exhibited the strongest antibacterial activity, particularly at the Au_{0.25}Ag_{0.75} composition, although all compositions remained highly cytotoxic to fibroblasts. These findings indicate that dual-laser synthesis using a PVP-BSA stabilization system successfully produced AuAgNPs with antibacterial activity; however, further optimization is required to improve their biocompatibility before they can be developed as materials for wound-healing applications.

Keywords: antibacterial activity, AuAgNPs, cytotoxicity, dual-laser, PVP-BSA.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



SINTESIS DAN KARAKTERISASI *NANOALLOY* EMAS-PERAK DENGAN METODE HIJAU UNTUK APLIKASI PENYEMBUHAN LUKA

SITI MASYITHAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Biofisika

**PROGRAM STUDI BIOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
1 Dr. Erus Rustami, S.Si., M.Sc



IPB University
— Bogor Indonesia —

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



Judul Tesis : Sintesis dan Karakterisasi *Nanoalloy* Emas-Perak dengan Metode Hijau untuk Aplikasi Penyembuhan Luka

Nama : Siti Masyithah

NIM : G7501232012

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si




Pembimbing 2:

Dr. Muhandis Shiddiq, S.Si., M.Sc

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Mersi Kurniati, S.Si., M.Si

NIP 196811171998022001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si, M.Si.

NIP 197807232007011001





Tanggal Ujian: 24 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Oktober 2024 sampai bulan Februari 2026 ini dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Nanoalloy* Emas-Perak dengan Metode Hijau untuk Aplikasi Penyembuhan Luka”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Yessie Widya Sari, S.Si., M.Si dan Dr. Muhandis Shiddiq, S.Si., M.Sc yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, Dr. Mersi Kurniati, S.Si., M.Si dan penguji luar komisi pembimbing, Dr. Erus Rustami, S.Si, M.Si atas masukan dan kritik yang membangun. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) atas dukungan Beasiswa Degree by Research (DbR) yang telah membiayai pendidikan penulis selama menempuh program magister. Terima kasih juga disampaikan kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan penelitian. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada Laboratorium Fotonika dan Laboratorium Genomik BRIN yang telah menyediakan fasilitas dan memberikan izin selama penelitian berlangsung. Penulis juga berterima kasih kepada para peneliti Kelompok Riset Laser Proses dan Spektroskopi (LPS) serta rekan-rekan di Laboratorium Fotonika atas bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama pelaksanaan penelitian, termasuk perhatian dan bantuan yang diberikan selama masa pemulihan penulis setelah mengalami kecelakaan. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Ayah Abadi, Ibu Siti Maisarah, suami tercinta Mahardika, S.Kom., serta seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang senantiasa diberikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Siti Masyithah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
1.6 Kebaruan	4
1.7 Hipotesis	4
II METODE	5
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
2.2 Alat dan Bahan	5
2.3 Prosedur Kerja	5
III HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Pembentukan AuNPs, AgNPs, dan AuAgNPs	10
3.2 Analisis Optik	11
3.3 Analisis Morfologi, Distribusi Ukuran, dan Komposisi Unsur	14
3.4 Analisis Stabilitas Koloid	19
3.5 Analisis Aktivitas Antibakteri	23
3.6 Analisis biokompatibilitas	25
IV SIMPULAN DAN SARAN	29
4.1 Simpulan	29
4.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	44

DAFTAR TABEL

1	Rancangan percobaan dengan variasi rasio komposisi volume	6
2	Perbandingan persentase atom Au pada AuAgNPs berdasarkan STEM-EDS dan ICP-OES	18
3	Aktivitas antibakteri AgNPs-PVP-BSA, AuNPs-PVP-BSA, dan AuAgNPs-PVP-BSA berdasarkan difusi sumur dan <i>broth microdilution</i>	23
4	Viabilitas sel fibroblas setelah perlakuan AgNPs-PVP-BSA, AuNPs-PVP-BSA, dan AuAgNPs-PVP-BSA	25

DAFTAR GAMBAR

1	Proses sintesis nanopartikel AuNPs, AgNPs, dan AuAgNPs	7
2	Diagram alir prosedur penelitian	7
3	Koloid nanopartikel hasil sintesis dengan <i>dual-laser</i> . (a) AgNPs-PVP-BSA, (b) Au _{0,25} Ag _{0,75} -PVP-BSA, (c) Au _{0,5} Ag _{0,5} -PVP-BSA, (d) Au _{0,75} Ag _{0,25} -PVP-BSA, dan (e) AuNPs-PVP-BSA	11
4	(a) Spektrum UV-Vis ternormalisasi AgNPs-PVP-BSA, Au _{0,25} Ag _{0,75} -PVP-BSA, Au _{0,5} Ag _{0,5} -PVP-BSA, Au _{0,75} Ag _{0,25} -PVP-BSA, dan AuNPs-PVP-BSA. (b) Hubungan fraksi mol Au terhadap posisi puncak LSPR	12
5	Citra STEM, peta unsur STEM-EDS, dan histogram distribusi ukuran partikel (a-c) AgNPs-PVP-BSA, (d-f) AuNPs-PVP-BSA, (g-i) Au _{0,25} Ag _{0,75} -PVP-BSA, (j-l) Au _{0,5} Ag _{0,5} -PVP-BSA, dan (m-o) Au _{0,75} Ag _{0,25} -PVP-BSA	17
6	Stabilitas koloid AuNPs, AgNPs, dan AuAgNPs sebelum dan sesudah penambahan BSA. (a) Diameter hidrodinamik, (b) indeks polidispersitas, dan (c) potensial zeta terhadap fraksi mol Au. Sampel PVP menunjukkan koloid sebelum penambahan BSA, sedangkan sampel PVP-BSA menunjukkan koloid setelah penambahan BSA	21
7	Viabilitas sel fibroblas setelah perlakuan AgNPs-PVP-BSA, AuNPs-PVP-BSA, dan AuAgNPs-PVP-BSA. Garis putus-putus menunjukkan ambang viabilitas 70%	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Dokumentasi sampel nanopartikel sebelum penambahan BSA.	38
2	Lampiran 2 Evolusi spektrum UV-Vis AuAgNPs selama iradiasi laser femtosecond.	38
3	Lampiran 3 Spektrum UV-Vis AgNPs, AuNPs, dan AuAgNPs sebelum dan sesudah penambahan BSA.	39
4	Lampiran 4 Hasil uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumur.	41
5	Lampiran 5 Hasil uji <i>broth microdilution</i> AuAgNPs-PVP-BSA.	42
6	Lampiran 6 Hasil uji MTT terhadap sel fibroblas.	43