

**OPTIMASI *SURFACE ENHANCED RAMAN SCATTERING*
(SERS) OLEH AgNPs/GQDs PADA *COTTON BUD***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains*



Oleh :

**EVELYNA IKHZA WAFIYAH
NIM/TM. 20036043/2020**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**Optimasi *Surface Enhanced Raman Scattering* (SERS) Oleh AgNPs/GQDs
Pada *Cotton Bud***

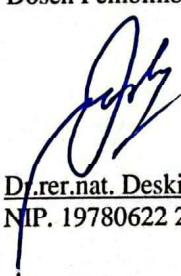
Nama : Evelyna Ikhza Wafiyah
NIM : 20036043
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Juni 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 19721024199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Dr.rer.nat. Deski Beri, S.Si., M.Si.
NIP. 19780622 200312 1 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI




Nama : Evelyn Ikhza Wafiyah
TM/NIM : 2020/20036043
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Optimasi *Surface Enhanced Raman Scattering* (SERS) Oleh AgNPs/GQDs Pada *Cotton Bud*

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Juni 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr.rer.nat. Deski Beri, S.Si., M.Si.	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Hardeli, M.Si.	2. 
3	Anggota	Dr. Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Evelyn Ikhza Wafiyah

NIM : 20036043

Tempat/Tanggal Lahir : Padang/ 19 April 2001

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Optimasi *Surface Enhanced Raman Scattering* (SERS)
Oleh AgNPs/GQDs Pada *Cotton Bud*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 11 Juni 2024

Yang Menyatakan



Evelyn Ikhza Wafiyah

NIM. 20036043

OPTIMASI *SURFACE ENHANCED RAMAN SCATTERING* (SERS) OLEH AgNPs/GQDs PADA *COTTON BUD*

Evelyna Ikhza Wafiyah

ABSTRAK

Cotton bud dapat menyediakan substrat yang murah, mudah didapat, mudah digunakan dan portabel. *Cotton bud* juga menunjukkan kemampuan untuk menyerap dan meningkatkan interaksi antara molekul target dan substrat aktif. Pada penelitian ini, variasi *graphene quantum dots* (GQDs) yang disintesis dengan metode eksfoliasi elektrokimia dengan tiga variasi asam sitrat (GQDs 0,025CA, GQDs 0,05CA, dan GQDs 0,075 CA), kemudian ketiga larutan tersebut digunakan sebagai agen pereduksi pada sintesis AgNPs/GQDs dengan metode oksidasi kimia. AgNPs/GQDs digunakan sebagai substrat aktif untuk hamburan Raman yang disempurnakan permukaan (SERS) untuk mendeteksi molekul analit yang pada penelitian ini menggunakan *malachite green* (MG). Berdasarkan pengujian UV-Vis AgNPs/GQDs yang mana AgNPs/GQDs 0,075 CA tidak memperlihatkan puncak Ag, sehingga untuk pengujian SERS *malachite green* hanya digunakan dua variasi saja yaitu AgNPs/GQDs 0,025 CA dan AgNPs/GQDs 0,05 CA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AgNPs/GQDs 0,025CA memiliki faktor peningkatan SERS 1,5 kali lipat lebih tinggi daripada AgNPs/GQDs 0,05CA. Temuan ini dapat menjadi landasan dalam pengembangan aplikasi SERS untuk mendeteksi molekul di berbagai bidang.

Kata Kunci : Substrat *Cotton bud*, Graphene Quantum Dot, *Malachite Green*, Nanopartikel Perak, SERS

**OPTIMASI SURFACE ENHANCED RAMAN SCATTERING (SERS) OLEH
AgNPs/GQDs PADA COTTON BUD**

Evelyna Ikhza Wafiyah

ABSTRACT

Cotton buds can provide a substrate that is cheap, readily available, easy to use and portable. *Cotton buds* also show the ability to adsorb and enhance the interaction between target molecules and active substrates. In this study, a variety of graphene quantum dots (GQDs) were synthesized by electrochemical exfoliation method with three variations of citric acid (GQDs 0.025CA, GQDs 0.05CA, and GQDs 0.075 CA), then the three solutions were used as reducing agents in the synthesis of AgNPs/GQDs by chemical oxidation method. AgNPs/GQDs were used as active substrates for surface-enhanced Raman scattering (SERS) to detect analyte molecules which in this study used *malachite green* (MG). Based on UV-Vis analysis of AgNPs/GQDs, AgNPs/GQDs 0.075 CA did not show any Ag peak, so for SERS analysis of *malachite green* only two variations were used, AgNPs/GQDs 0.025 CA and AgNPs/GQDs 0.05 CA. The results showed that AgNPs/GQDs 0.025CA had a 1.5-fold higher SERS enhancement factor than AgNPs/GQDs 0.05CA. These findings can serve as a foundation in the development of SERS applications for the detection of molecules in various fields.

Keywords : Cotton bud Substrate, Graphene Quantum Dot, Malachite green, Silver Nanoparticles, Surface Enhanced Raman Scattering

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta sholawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Optimasi *Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) Oleh AgNPs/GQDs Pada Cotton bud***”. Skripsi ini diajukan untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan saran yang berharga dari beberapa pihak. Berdasarkan hal ini, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Kepala Departemen Kimia dan Ketua Program Studi Kimia FMIPA UNP.
3. Bapak Dr.rer.nat. Deski Beri, S.Si. M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Dr. Isnaeni, M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
5. Bapak Prof. Dr. Hardeli, M.Si sebagai Dosen Pembahas.
6. Ibu Dr. Sherly Kusuma Warda Ningsih, S.Si.,M.Si sebagai Dosen Pembahas.
7. Semua pihak terkait yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulisan Skripsi ini telah dilakukan sebaik-baiknya, namun untuk kesempurnaan Skripsi ini, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat

membangun dari semua pihak. Atas kritik dan saran yang diberikan penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. <i>Surface Enhanced Raman Scattering</i> (SERS).....	5
B. <i>Silver Nanoparticles/Graphene Quantum Dots</i> (AgNPs/GQDs).....	7
C. <i>Graphene Quantum Dots</i> (GQDs).....	11
D. Karakterisasi Sampel.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	21
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Variabel Penelitian	21
C. Objek Penelitian	21
D. Desain Penelitian.....	22
E. Alat dan Bahan Penelitian	23
F. Prosedur Penelitian.....	23
G. Jadwal Penelitian.....	25
H. Anggaran Biaya	26
BAB IV PEMBAHASAN.....	27
A. Hasil Sintesis GQDs.....	27
B. Hasil Pengujian AgNPS/GQDs.....	32
C. Hasil Pengujian SERS <i>Malachite green</i> Menggunakan <i>Cotton bud</i>	35
BAB V PENUTUP.....	37
A. Kesimpulan.....	37
B. Saran	37

DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Mekanisme pertumbuhan AgNP dengan agen pereduksi sitrat. Diadaptasi dengan izin dari Alarcon (2015). Hak cipta©2015, Springer International Publishing.....	9
Gambar 2. Struktur polyvinylpyrrolidone (PVP).....	10
Gambar 3. Rute pemisahan top-down dari sumber karbon yang berbeda	13
Gambar 4. Mekanisme spektrum PL QDs. Diadaptasi atas izin dari Yang, et al. (2017). Hak cipta©2017, Springer Nature.	16
Gambar 5. Tiga Jenis Hamburan Raman. Diadaptasi atas izin dari Raja & Barron (1934). Hak cipta©1934, Libretexts.....	18
Gambar 6. Hasil sintesis QDs dengan metode eksfoliasi elektrokimia.....	27
Gambar 7. Spektrum UV-Vis dari QDs 0,025 CA, QDs 0,05 CA, dan QDs 0,075 CA.....	27
Gambar 8. Spektrum PL dari QDs 0,025 CA, QDs 0,05 CA, dan QDs 0,075 CA.....	29
Gambar 9. Emisi PL dari QDs 0,025 CA, QDs 0,05 CA, dan QDs 0,075 CA dengan eksitasi 405 nm	29
Gambar 10. Gambar TEM QDs 0,025 CA dan QDs 0,05 CA (a dan b) dan histogramnya (c dan d)	31
Gambar 11. Puncak ID dan IG pada spektrum Raman QDs 0,025 CA dan QDs 0,05 CA.....	31
Gambar 12. Hasil sintesis AgNPs/GQDs.....	32
Gambar 13. Spektrum UV-Vis dari AgNPs/GQDs 0,025 CA, AgNPs/GQDs 0,05 CA, dan AgNPs/GQDs 0,075 CA	33
Gambar 14. Gambar TEM dari AgNPs/GQDs 0,025 CA dan AgNPs/GQDs 0,05 CA (a dan b) dan histogramnya (c dan d).....	34
Gambar 15. Spektrum SERS dan tanpa SERS malachite green 1 ppm	35

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Data perhitungan %QY GQDs.....	30
Tabel 2. Data Perhitungan enhancement factor sinyal Raman <i>malachite green</i> oleh AgNPs/GQDs pada <i>cotton bud</i>	35

DAFTAR SINGKATAN

AgNPs	: <i>Silver Nanoparticles</i>
AgNPs/GQDs	: <i>Silver Nanoparticles/Graphene Quantum Dots</i>
A _R	: Absorbansi referensi
A _S	: Absorbansi sampel
CDs	: <i>Carbon Dots</i>
Cr	: Konsentrasi analit tanpa SERS
C _s	: Konsentrasi analit dengan SERS
EF	: <i>Enhancement Factor</i>
GQDs	: <i>Graphene Quantum Dots</i>
I _r	: Intensitas puncak raman analit tanpa SERS
I _R	: Intensitas PL referensi
I _s	: Intensitas puncak raman analit dengan SERS
I _S	: Intensitas PL sampel
LSPR	: <i>Localization Surface Plasmon Resonance</i>
MG	: <i>Malachite green</i>
PL	: <i>Photoluminescence</i>
PVP	: poli-vinylpirrolidone
QY	: <i>Quantum yield</i>
QY _R	: <i>Quantum yield referensi</i>
SERS	: <i>Surface-Enhanced Raman Scattering</i>
TEM	: <i>Transmission Electron Microscope</i>
UV-Vis	: <i>Ultra-Violet Visible</i>
VLM	: <i>Visible-Light Microscope</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejak ditemukan oleh Ponomarenko dkk. penelitian mengenai *Graphene Quantum Dots* (GQDs) telah mengalami kemajuan pesat (Ponomarenko et al., 2008). Temuan ini membuka potensi besar untuk aplikasi *Surface Enhance Raman Scattering* (SERS). Struktur yang unik, efek batas, dan efek et pengurungan kuantum pada GQDs memberikan stabilitas fluoresensi dengan hasil kuantum yang tinggi (Hu et al., 2022). GQDs juga memiliki celah pita yang dapat disetel, kemudahan fungsionalisasi permukaan, tingkat toksisitas yang rendah, ramah lingkungan dan kelarutan yang baik (Kalkal et al., 2021; Shehab et al., 2017). Keunikan ini membuat GQDs menjadi pilihan menarik untuk meningkatkan sinyal Raman dan berkontribusi pada sensitivitas berbasis SERS.

Surface Enhanced Raman Scattering (SERS) telah menjadi teknik deteksi molekul yang sangat sensitif (Lin et al., 2018), tidak merusak (Ge et al., 2016), noninvasif (Cao et al., 2020), dan mampu mengidentifikasi struktur molekul dengan tingkat keakuratan yang tinggi. SERS merupakan sebuah efek plasmonik yang terjadi ketika molekul teradsorpsi pada permukaan logam yang kasar. Dampaknya adalah peningkatan dramatis sinyal Raman hingga 10^6 - 10^8 kali lebih kuat daripada sinyal Raman konvensional (Zhao et al., 2015). SERS secara signifikan dipengaruhi oleh permukaan logam berstruktur nano atau partikel nano logam yang digunakan sebagai substrat aktif SERS (Lin et al., 2018).

Dalam SERS, analit diadsorpsi pada permukaan logam yang kasar seperti perak atau emas. Nanopartikel perak (AgNPs) seringkali menjadi pilihan utama

karena kemampuan plasmoniknya yang kuat, sinyal yang tinggi, dan kesiapan dalam persiapannya. AgNPs juga memiliki sifat penyerapan cahaya yang sangat efisien dan unik yang bergantung pada ukuran dan bentuk partikel tersebut. Selain itu, banyak substrat Ag berstruktur nano telah dirancang, seperti Ag *nanodendrites*, Ag *nanorods* dengan susunan yang teratur, dan Ag *nanoplates*, namun seringkali menghadapi tantangan karena afinitas yang lemah terhadap molekul target (Ge et al., 2016; Lin et al., 2018).

Sementara itu, pengembangan teknik SERS juga telah ditingkatkan dengan menggunakan QDs melalui peningkatan kimiawi. QDs telah terbukti dapat menjadi bahan pendukung SERS yang sangat baik karena luas permukannya yang besar dan gugus fungsi yang mengandung oksigen yang menguntungkan untuk adsorpsi molekul target dengan efisien. AgNPs yang terbentuk di dekat permukaan QDs dan adanya interaksi elektrostatik yang kuat memungkinkan penyusunan senyawa AgNPs-QDs dalam larutan dengan mudah. Ketika QDs dan AgNPs dikumpulkan pada permukaan yang disiapkan dengan benar, QDs dengan ukuran yang tepat (1-4 nm) akan terdistribusi pada celah spasial antara AgNPs dan menciptakan "*hot spot*" yang melimpah untuk penangkapan molekul target. Dengan transfer muatan yang efisien dan penciptaan "*hot spot*" akan menghasilkan sinyal SERS yang lebih tinggi dari molekul *probe* (Ge et al., 2016).

Sayangnya, metode sintesis dan substrat yang digunakan dalam penelitian tersebut cukup rumit, membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang tinggi (Ge et al., 2016). Selain itu, belum ada penelitian yang menjelaskan apakah konsentrasi asam sitrat dalam larutan QDs yang digunakan dalam sintesis AgNPs/QDs berpengaruh terhadap pengujian SERS. Oleh karena itu, penelitian

ini dilakukan berfokus pada penggunaan metode sintesis dan substrat yang sederhana dan lebih efisien serta mengetahui pengaruh konsentrasi GQDs yang digunakan dalam sintesis AgNPs/GQDs pada optimasi SERS.

Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan GQDs yang digunakan dalam AgNPs/GQDs pada optimasi SERS serta menjadikan teknik SERS lebih efisien untuk digunakan dalam berbagai aplikasi.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disampaikan di atas maka, dapat diidentifikasi masalah, yaitu :

1. AgNPs/GQDs terbukti dapat menghasilkan sinyal SERS yang lebih tinggi dari molekul *probe*. Namun, belum diketahui apakah konsentrasi asam sitrat dalam larutan GQDs dalam AgNPs/GQDs berpengaruh terhadap pengujian SERS.
2. Metode sintesis yang digunakan cukup rumit dan membutuhkan waktu yang lama.
3. Substrat SERS yang relatif mahal dan tidak ramah lingkungan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penulis membatasi penelitian ini, yaitu :

1. Metode yang digunakan untuk sintesis GQDs adalah metode eksfoliasi elektrokimia, sedangkan pada sintesis AgNPs/GQDs menggunakan metode hidrotermal sederhana.
2. Variasi GQDs dilakukan saat sintesis dengan memvariasikan konsentrasi asam sitrat yaitu 0 M; 0,025 M; 0,05 M; 0,075 M.

D. Rumusan Masalah

Rumusan Masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi asam sitrat dalam larutan GQDs dalam AgNPs/GQDs terhadap SERS?
2. Bagaimana hasil SERS dengan menggunakan AgNPs/GQDs pada substrat *cotton bud*?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi asam sitrat dalam larutan GQDs yang digunakan pada sintesis AgNPs/GQDs pada optimasi SERS.
2. Mengetahui hasil SERS dengan menggunakan AgNPs/GQDs pada substrat *cotton bud*.

F. Manfaat Penelitian

Untuk memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi asam sitrat dalam larutan GQDs pada sintesis AgNPs/GQDs pada optimasi SERS serta hasil SERS dengan menggunakan AgNPs/GQDs pada substrat *cotton bud*.