

**SINTESIS KERTAS NANOSILVER MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR
KULIT BUAH RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.) DAN
APLIKASINYA SEBAGAI DETEKTOR ION MERKURI**

**IBRAHIM
NIM 2421036310007**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
S-2 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN IPA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**SINTESIS KERTAS NANOSILVER MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR
KULIT BUAH RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.) DAN
APLIKASINYA SEBAGAI DETEKTOR ION MERKURI**

**IBRAHIM
NIM 2421036310007**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
S-2 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN IPA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**SINTESIS KERTAS NANOSILVER MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR
KULIT BUAH RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.) DAN
APLIKASINYA SEBAGAI DETEKTOR ION MERKURI**

**IBRAHIM
NIM 2421036310007**

**Tesis
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
Program Studi S2 Kimia**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
S-2 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN IPA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2026**

**Judul Tesis : Sintesis Kertas Nanosilver Menggunakan Ekstrak
Air Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*
L.) dan Aplikasinya Sebagai Detektor Ion Merkuri**

Nama : Ibrahim

NIM : 2421036310007

disetujui

Komisi Pembimbing



Dr. Umi Baroroh Lili Utami, S.Si., M.Si
Ketua



Dr. Kamilia Mustikasari, S.Si., M.Si.
Anggota I

diketahui,

Koordinator Prodi S2 Kimia

Dekan Fakultas MIPA ULM



Utami Irawati, S.Si., M.ES., Ph.D.
Prof. Dr. Sunardi, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Tanggal Lulus:

Tanggal Wisuda:

SERTIFIKAT UJI PLAGIASI

SERTIFIKAT
Sertifikat ini diberikan
kepada :
IBRAHIM
2421036310007
Magister Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Sintesis Kertas Nanosilver Menggunakan Ekstrak Air Kulit Buah Rambutan
(*Nepheium lappaceum* L.) Sebagai Detektor Merkuri
Telah dilakukan pengecekan uji kemiripan Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa dengan indeks sebesar :
9 %
Banjarbaru, 27 April 2026
Mengetahui,
Editor Journal of Natural Scientiae,
Kholifatu Rosyidah
Editor Journal of Natural Scientiae,
Darningsih



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibrahim
 NIM : 242106310007
 Program Studi : Program Studi Magister Kimia
 Fakultas : Matematika dan IPA
 Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
 Judul Tesis : **"SINTESIS KERTAS NANOSILVER MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR KULIT BUAH RAMBUTAN (*Nephelium lappaceum* L.) DAN APLIKASINYA SEBAGAI DETEKTOR MERKURI"**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.



Panjarbaru, April 2026

Ibrahim

NIM2421036310007

RINGKASAN

Ibrahim, 2026, Sintesis Kertas Nanosilver Menggunakan Ekstrak Air Kulit Buah Rambutan (*Nephelium Lappaceum* L.) dan Aplikasinya Sebagai Detektor Ion Merkuri. Pembimbing: Dr. Umi Baroroh Lili Utami, S.Si., M.Si.; Dr. Kamilia Mustikasari, S.Si., M.Si.

Banjarbaru. Fokus utama penelitian telah bergeser pada pengembangan metode *green chemistry* yang efektif dan efisien untuk sintesis nanosilver (AgNPs). Kulit rambutan yang menunjukkan aktivitas sebagai antioksidan memberikan landasan yang kuat untuk memanfaatkan ekstraknya sebagai agen pereduksi dan *capping* dalam sintesis AgNPs yang diimobil pada kertas selolusa sebagai kertas nanosilver. Inovasi ini diharapkan dapat menyediakan alat deteksi merkuri yang cepat dan handal untuk pemantauan kualitas air di berbagai lokasi, berkontribusi pada perlindungan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah melakukan sintesis kertas nanosilver menggunakan ekstrak air kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) (EAKBR) sebagai detektor ion merkuri yang praktis. Metode penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan, yaitu ekstraksi kulit buah rambutan dengan akuades pada suhu 80°C selama 15 menit. Ekstrak dikentalkan dan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, FTIR-ATR dan LC-MS/MS. Ekstrak diuji aktivitas antioksidanya dengan metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) secara *in vitro*. Selanjutnya dilakukan sintesis kertas nanosilver dengan cara kertas selolusa direndam ke dalam AgNO₃ 50 mM selama 1 menit kemudian ditambahkan EAKBR dengan 5 variasi konsentrasi terhadap AgNO₃, yaitu 50, 100, 150, 200 dan 250 ppm. Selanjutnya diberikan radiasi sinar matahari selama 15 menit dan disimpan pada ruang gelap selama 6 jam. Kertas ditiriskan dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100°C. Kertas nanosilver yang terbentuk dipotong dengan ukuran 5 × 1 cm. Kertas Nanosilver dikarakterisasi dengan SEM-EDS dan cairan perendaman kertas diuji dengan spektrofotometer UV/Vis dan FTIR. Kertas nanosilver diuji sensitivitas terhadap ion merkuri menggunakan 2 tahapan. Tahap pertama menggunakan larutan HgCl₂ konsentrasi tinggi (20 – 100 ppm) untuk menseleksi kertas nanosilver tersensitif berdasarkan perubahan warna kertas nanosilver yang kontras dari kuning kecoklatan menjadi pudar hingga putih. Kertas nanosilver tersensitif diuji dengan larutan HgCl₂ konsentrasi rendah (1 - 5 ppb). Kertas nanosilver yang sudah berinteraksi dengan larutan HgCl₂ dikeringkan dan dianalisis secara citra digital dengan *software ImageJ* untuk mendapatkan data semikuantitatifnya untuk memperoleh nilai LOD dan LOQ. Kertas nanosilver tersensitif diuji sensitivitas terhadap ion pengganggu seperti Na⁺, Ca²⁺, Fe²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, dan Cd²⁺. Kertas nanosilver tersensitif diuji stabilitasnya selama 12 hari dan diaplikasikan sebagai detektor ion merkuri pada sampel krim pemutih yang dijual di *Marketplace* dan di Pasar/Toko di Banjarmasin. Hasil penelitian ini adalah bahwa EAKBR diperoleh sebesar 9,81%, menyerap pada panjang gelombang maksimum 292 nm dan aktif sebagai antioksidan dengan IC₅₀ 5,04 ppm serta memiliki serapan O-H pada bilangan gelombang 3301 cm⁻¹ dan serapan C=O pada bilangan gelombang 1634 cm⁻¹. Kertas nanosilver berhasil disintesis dengan karakteristik berwarna kuning kecoklatan dengan ukuran partikel perak yang terimobil berukuran antara 15,81 hingga 87,08

nm dan berbentuk bulat. Kertas nanosilver perlakuan P1 memiliki sensitivitas terbaik yang mampu mendeteksi ion merkuri dengan *Limit of Detection* (LOD) sebesar 5,292 ppb dan *Limit of Quantitation* (LOQ) sebesar 16,073 ppb. Kertas nanosilver ini menunjukkan selektivitas yang tinggi terhadap Hg^{2+} dibandingkan ion logam lainnya seperti Na^+ , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , dan Cd^{2+} . Uji stabilitas selama 12 hari mengonfirmasi bahwa kertas nanosilver tetap sensitif dalam mendeteksi Hg^{2+} . Kertas nanosilver mampu mendeteksi ion merkuri pada sampel krim pemutih yang dikonfirmasi secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer serapan atom. Hasil ini menyoroti potensi besar kertas nanosilver sebagai instrumen skrining awal perangkat portabel yang praktis untuk pemantauan lingkungan secara langsung di lokasi (*on-site*).

SUMMARY

Ibrahim, 2026, Synthesis of Nanosilver Paper Using Rambutan (*Nephelium Lappaceum* L.) Fruit Peel Water Extract as a Mercury Detector. Advisors: Dr. Umi Baroroh Lili Utami; Dr. Kamilia Mustikasari, S.Si., M.Si.

Banjarbaru. The primary focus of research has shifted toward the development of effective and efficient green chemistry methods for synthesizing silver nanoparticles (AgNPs). Rambutan peel, which exhibits antioxidant activity, provides a strong foundation for utilizing its extract as a reducing and capping agent in the synthesis of AgNPs immobilized on cellulose paper as nanosilver paper. This innovation is expected to provide a rapid and reliable mercury detection tool for water quality monitoring in various locations, contributing to environmental protection and public health. The objective of this research is to synthesize nanosilver paper using aqueous rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) peel extract (ARPE) as a practical mercury ion detector. The research method was divided into several stages. Rambutan peels were extracted with distilled water at 80°C for 15 minutes. The extract was concentrated and characterized using a UV-Vis spectrophotometer, FTIR-ATR, and LC-MS/MS. The extract's antioxidant activity was tested in vitro using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method. Synthesis of Nanosilver Paper: Cellulose paper was immersed in 50 mM AgNO₃ for 1 minute, followed by the addition of EAKBR at five concentration variations relative to AgNO₃: 50, 100, 150, 200, and 250 ppm. It was then exposed to sunlight radiation for 15 minutes and stored in a dark room for 6 hours. The paper was drained and dried in an oven at 100°C. The formed nanosilver paper was cut to a size of 5 × 1 cm. It was characterized using SEM-EDS, and the paper immersion liquid was tested with UV-Vis and FTIR spectrophotometers. A high-concentration HgCl₂ solution (20–100 ppm) was used to screen for the most sensitive nanosilver paper based on a contrasting color change from brownish-yellow to faded or white. The most sensitive nanosilver paper was tested with a low-concentration HgCl₂ solution (1–5 ppb). After interaction, it was dried and digitally analyzed using ImageJ software to obtain semi-quantitative data for determining LOD and LOQ values. The most sensitive nanosilver paper was tested against interfering ions Na⁺, Ca²⁺, Fe²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, and Cd²⁺. Its stability was evaluated over 12 days, and it was applied as a mercury ion detector on whitening cream samples sold in marketplaces and traditional markets/shops in Banjarmasin. The ARPE yield was 9.81%, absorbing at a maximum wavelength of 292 nm, and active as an antioxidant with an IC₅₀ of 5,04 ppm. It exhibited O-H absorption at a wavenumber of 3301 cm⁻¹ and C=O absorption at a wavenumber of 1634 cm⁻¹. Nanosilver paper was successfully synthesized, characterized by a brownish-yellow color, with the immobilized spherical silver particles ranging in size from 15.81 to 87.08 nm. The nanosilver paper from treatment P1 exhibited the best sensitivity, capable of detecting mercury ions with a Limit of Detection (LOD) of 5.292 ppb and a Limit of Quantitation (LOQ) of 16.073 ppb. This nanosilver paper demonstrated high selectivity toward Hg²⁺ compared to other metal ions Na⁺, Ca²⁺, Fe²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, and Cd²⁺. The nanosilver paper was capable of detecting mercury ions in whitening cream samples, which was quantitatively confirmed using an atomic

absorption spectrophotometer. The 12-day stability test confirmed that the nanosilver paper remained sensitive in detecting Hg^{2+} . These results highlight the great potential of nanosilver paper as a practical, portable early-screening instrument for direct on-site environmental and product monitoring.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA

Alamat: Jl. Jend. A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan 70714
Telp/Fax (0511) 4773112 Laman: <https://kimia.fmipa.ulm.ac.id>; Email: s2kimia@ulm.ac.id

SURAT KETERANGAN

No: 011/UN8.1.28.1.9/PS/V/2026

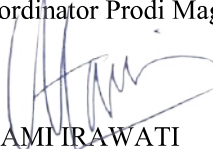
Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan Bahas Inggris dari Tesis yang berjudul “*Synthesis of Nanosilver Paper Using Rambutan (Nephelium Lappaceum L.) Fruit Peel Water Extract as a Mercury Detector*” yang disusun oleh

Nama : IBRAHIM
NIM : 2421036310007
Program Studi : Magister Kimia
Fakultas : MIPA
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

telah diperiksa dan diverifikasi bahwa Bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari Abstrak Bahasa Indonesia yang ditulis oleh mahasiswa yang bersangkutan (abstrak terlampir)

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

12 Mei 2026,
Koordinator Prodi Magister Kimia


UTAMI IRAWATI
NIP. 198102142005012002

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Ibrahim, dilahirkan di Kabupaten Tabalong tepatnya di desa Halangan Kecamatan pugaan pada hari minggu tanggal 05 mei 1991. Anak kelima dari delapan bersaudara pasangan dari Nafiah dan Norhayati. Peneliti menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN Pugaan tahun 2004. Pada tahun itu juga peneliti melanjutkan pendidikan di MTsN Pugaan dan tamat pada tahun 2007 kemudian melanjutkan ke MAN Pugaan dan tamat pada tahun 2010. Pada tahun 2010 peneliti melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri tepatnya di IPB University Fakultas MIPA pada program studi Strata 1 Kimia dan selesai pada tahun 2014. Pada tahun 2024 peneliti melanjutkan pendidikan Strata 2 di Universitas Lambung Mangkurat. Pada tahun 2015 hingga saat ini peneliti aktif bekerja di Laboratorium Pendidikan Universitas Sari Mulia.

IBRAHIM

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini berhasil diselesaikan dengan judul **“Sintesis Kertas Nanosilver Menggunakan Ekstrak Air Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) dan aplikasinya sebagai Detektor ion Merkuri”**. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya hingga akhir zaman.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Dr. Umi Barorah Lili Utami dan Dr. Kamilia Mustikasari, S.Si., M.Si sebagai tim komisi pembimbing dan Dr. A. Budi Junaidi, M.Sc. serta Dr. Muddatstsir Idris, M.S. sebagai tim penguji yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan, pembelajaran, serta masukan yang luar biasa dalam penyusunan tesis ini hingga dapat diselesaikan. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Utami Irawati, S.Si., M.ES., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Magister Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPTM) yang telah memberikan dana hibah skema Penelitian Tesis Magister (PTM). Ungkapan terimakasih disampaikan kepada tim Rektorat UNISM dan semua pihak yang terkait dalam *mensupport* penulis selama menempuh studi di Universitas Lambung Mangkurat. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada istri, anak, orang tua, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayang yang telah dicurahkan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Banjarbaru, April 2026

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vii
SURAT KETERANGAN RINGKASAN TESIS BAHASA INGGRIS	ix
RIWAYAT HIDUP PENULIS	x
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
LAMPIRAN.....	xvi
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2. 1 Pendahuluan Kimia Hijau dan Nanosilver	6
2.2 Ekstrak Tumbuhan sebagai Agen Bioreduktor Nanosilver	7
2.3 Kulit Buah Rambutan (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) sebagai Sumber Bioreduktor.....	8
2. 4 Struktur Nanosilver	8

2.5 Aplikasi Nanosilver	9
2.6 <i>Liquid Chromatography-Mass Spectrometry</i> (LCMS)	10
2.7 <i>Fourier Transform Infrared - Attenuated Total Reflectance</i>	10
2.8 <i>Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i> (SEM-EDS)	11
2.9 Spektrofotometer UV-Vis	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu, Tempat dan Objek Penelitian.....	14
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	14
3.3 Prosedur Pengumpulan Data	14
3.3.1 Jenis dan sumber data.....	14
3.3.2 Teknik pengumpulan data	15
3.4 Analisis Data	21
3.5 Kerangka Pikir Penelitian.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Ekstraksi Buah Rambutan (<i>Nephellium lappacium</i> L).....	23
4.2 Karakteristik EAKBR dengan Spektrofotometer UV-Vis	25
4.3 Karakterisasi EAKBR dengan FTIR	27
4.4 Karakterisasi EAKBR dengan LC-MS/MS.....	28
4.5 Aktivitas Antioksidan EAKBR	32
4.6 Sintesis Kertas Nanosilver.....	33
4.7 Karakterisasi Cairan Perendaman Kertas Nanosilver dengan Spektrofotometer UV-Vis dan FTIR.....	34
4.8 Karakterisasi Kertas Nanosilver dengan SEM-EDS	38

4.9 Uji Sensitivitas Kertas Nanosilver Terhadap Merkuri (Hg).....	43
4.10 Uji Selektivitas Kertas Nanosilver	47
4.12 Uji Stabilitas Kertas Nanosilver	51
4.11 Deteksi Ion Merkuri pada Krim Pemutih	52
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
VI. DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Variasi perlakuan sintesis kertas nanosilver	17
4. 1 Hasil analisis data EAKBR pengujian dengan LC-MS/MS.....	30
4. 2 Uji antioksidan EAKBR metode DPPH secara in vitro	32
4. 3 Ukuran dan bentuk nanosilver yang terimobil pada kertas.....	39
4. 4 Komposisi permukaan kertas nanosilver	42
4. 5 Tabel potensial reduksi pada suhu 298°K	48
4. 7 Hasil uji kandungan ion merkuri pada sampel krim pemutih dengan SSA ..	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3. 1 Diagram alir sintesis kertas nanosilver sebagai detektor ion Hg	20
3. 2 Kerangka pikir penelitian.....	22
4. 1 EAKBR	24
4. 2 Panjang gelombang maksimum EAKBR.....	27
4. 3 Spektrum EAKBR hasil uji dengan FTIR.....	28
4. 4 Spektrum EAKBR menggunakan uji LC-MS/MS	30
4. 5 Mekanisme pembentukan kuinon pada proses sintesis nanosilver	32
4. 6 Kertas nanosilver.....	33
4. 7 EAKBR sebelum (atas) dan sesudah (bawah) perendaman r.....	35
4. 8 Spektrum pembentukan nanosilver	36
4. 9 Spektrum FTIR-ATR EAKBR (atas) dan nanosilver (bawah)	38

4. 10	Histogram distribusi ukuran perak pada kertas nanosilver	41
4. 11	Morfologi permukaan kertas nanosilver	42
4. 12	Uji sensitivitas kertas nanosilver terhadap merkuri	43
4. 13. (a)	Uji sensitivitas kertas nanosilver terhadap ion Hg^{2+}	45
4. 14	Uji selektivitas kertas nanosilver terhadap ion logam pengganggu	47
4. 15	Hasil pengujian deteksi ion merkuri pada sampel krim pemutih	52
4. 16	Kurva uji stabilitas kertas nanosilver.	52

LAMPIRAN

Gambar	Halaman
1 Intensitas RGB kertas nanosilver setelah berinteraksi dengan ion Hg^{2+}	64
2. Kurva kalibrasi larutan standar HgCl_2	65
3 Daya hambat (% Inhibisi) EAKBR terhadap DPPH.....	66