

SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN EFIKASI NANOPARTIKEL EKSTRAK DAUN BUGENVIL UNTUK MENGENDALIKAN *Peanut mottle virus* DAN VEKTORNYA *Aphis craccivora* Koch

ATHIFA BALQIS LUQMANA



**PROGRAM STUDI PENGENDALIAN HAMA TERPADU
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Sintesis, Karakterisasi, dan Efikasi Nanopartikel Ekstrak Daun Bugenvil untuk Mengendalikan *Peanut mottle virus* dan Vektornya *Aphis craccivora* Koch” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi 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, Agustus 2026

Athifa Balqis Luqmana
A3503231002

RINGKASAN

ATHIFA BALQIS LUQMANA. Sintesis, Karakterisasi, dan Efikasi Nanopartikel Ekstrak Daun Bugenvil untuk Mengendalikan *Peanut mottle virus* dan Vektornya *Aphis craccivora* Koch. Dibimbing oleh TRI ASMIRA DAMAYANTI, SUGENG SANTOSO, dan AKHIRUDDIN.

Peanut mottle virus (PeMoV) merupakan salah satu virus utama yang berasosiasi dengan penyakit belang pada tanaman kacang tanah di Indonesia. Infeksi virus ini menyebabkan kerugian hasil yang signifikan dan diperparah oleh keberadaan vektor kutu daun *Aphis craccivora* Koch. Pengelolaan penyakit berbasis bahan alami seperti ekstrak daun bugenvil (EDB) telah dilaporkan efektif, namun efisiensinya masih perlu ditingkatkan salah satunya dalam bentuk formulasi nanopartikel. Nanopartikel (NP) berbasis ekstrak tumbuhan berpotensi meningkatkan stabilitas, efikasi, dan kemudahan aplikasi sebagai agen antivirus dan nano-bioinsektisida. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menyintesis nanopartikel ekstrak daun bugenvil (EDB-NP), mengarakterisasi, serta mengevaluasi efikasinya dalam mengendalikan PeMoV dan vektornya *A. craccivora*.

Sintesis EDB-NP dilakukan berbasis alginat dengan penambahan surfaktan Tween-80 pada konsentrasi 1%, 2%, dan 4% dan dengan atau tanpa ultrasonikasi dalam proses pembuatannya. Karakterisasi nanopartikel dilakukan menggunakan *low-resolution transmission electron microscope* (LR-TEM) dan *Fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR). Efikasi EDB-NP terhadap PeMoV diuji pada tanaman kacang tanah di rumah kaca melalui aplikasi sebelum inokulasi virus oleh kutu daun vektor *viruliferous*. Peubah yang diamati meliputi periode inkubasi, gejala penyakit, insidensi dan keparahan penyakit, titer virus, aktivitas enzim pertahanan tanaman polifenol oksidase (PPO) dan peroksidase (POD), kadar klorofil, dan hasil panen. Selain itu, pengujian juga dilakukan terhadap preferensi makan (*choice test*) dan mortalitas kutu daun (insektisidal) *A. craccivora* untuk mengevaluasi efek non preferensi dan insektisidal EDB-NP. Peubah yang diamati yaitu jumlah kutu daun yang mendatangi tiap tanaman perlakuan dan mortalitas kutu daun pada 12, 24, dan 48 jam setelah penyemprotan EDB-NP. Hasil pengujian dibandingkan dengan kontrol tanpa perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa EDB-NP berhasil disintesis dengan ukuran partikel berkisar antara 12–26 nm dan berbentuk sferis. Analisis FTIR mengindikasikan keberadaan gugus fungsi hidroksil, alkana, amida, dan eter yang berasal dari senyawa aktif ekstrak daun bugenvil. Formulasi sintesis tidak mengubah komposisi gugus fungsi utama, namun berhasil memperkecil ukuran partikel dibandingkan penelitian sebelumnya (163,68 nm). Perlakuan dengan konsentrasi surfaktan tinggi baik tanpa atau dengan proses ultrasonikasi (EDB-NP_{TW40} dan EDB-NP_{TW45}) mampu menurunkan insidensi penyakit, memperpanjang periode inkubasi hingga 20–28 hari, menurunkan keparahan penyakit hingga 71,3%, serta menekan titer virus dengan keefektifan lebih dari 60%. Perlakuan tersebut juga meningkatkan aktivitas enzim pertahanan tanaman, khususnya PPO dan POD, mampu mempertahankan kadar klorofil dan menunjukkan hasil panen sebanding dengan tanaman kontrol sehat.



Pembuktian efek non preferensi EDB-NP terhadap kutu daun menunjukkan EDB-NP yang disintesis dengan konsentrasi surfaktan tinggi (EDB-NP_{TW25-TW45}) secara signifikan menurunkan jumlah kutu daun yang mendatangi pada tanaman perlakuan. Hal ini mengindikasikan adanya efek non preferensi pada EDB-NP terhadap kutu daun. Aplikasi langsung EDB-NP terhadap kutu daun mampu menyebabkan mortalitas kutu daun berkisar 30–78,75% pada 48 jam setelah perlakuan, dengan mortalitas tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan EDB-NP_{TW40-TW45}. Hal ini mengindikasikan aktivitas insektisidal EDB-NP dan keefektifan perlakuan yang lebih tinggi pada nanopartikel yang disintesis dengan konsentrasi surfaktan yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis EDB-NP dengan konsentrasi surfaktan yang diuji (EDB-NP_{TW25-TW45}) mampu menghasilkan nanopartikel berukuran <100 nm tanpa mengubah komposisi kimia utama EDB. Aplikasi EDB-NP efektif dalam mengendalikan PeMoV melalui kombinasi mekanisme sebagai penginduksi ketahanan tanaman, bersifat non preferensi, dan bioinsektisida terhadap kutu daun vektor. Peningkatan konsentrasi surfaktan yang dikombinasikan dengan proses ultrasonikasi terbukti meningkatkan efikasi EDB-NP dalam menekan infeksi PeMoV dan populasi kutu daun vektor.

Kata kunci: antivirus daun bugenvil, induksi ketahanan, nano-bioinsektisidal, non-preferensi, surfaktan.

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.

SUMMARY

ATHIFA BALQIS LUQMANA. Synthesis, Characterization, and Efficacy of Bougainvillea Leaf Extract Nanoparticles against *Peanut mottle virus* and Its Vector *Aphis craccivora* Koch. Supervised by TRI ASMIRA DAMAYANTI, SUGENG SANTOSO, and AKHIRUDDIN.

Peanut mottle virus (PeMoV) is one of the major viruses associated with mottle disease in peanut plants in Indonesia. Infection by this virus causes significant yield losses and is exacerbated by the presence of the aphid vector *Aphis craccivora* Koch. Disease management using natural materials, such as bougainvillea leaf extract (BLE), has been reported to be effective; however, its efficiency still needs improvement, including through nanoparticle formulation. Plant extract-based nanoparticles (NPs) have the potential to improve stability, efficacy, and ease of application as antiviral agents and nano-bioinsecticides. Therefore, this study aimed to synthesize bougainvillea leaf extract nanoparticles (BLE-NPs), characterize them, and evaluate their efficacy in controlling PeMoV and its vector, *A. craccivora*.

BLE-NPs were synthesized using an alginate-based formulation with the addition of Tween-80 surfactant at concentrations of 1%, 2%, and 4%, with and without ultrasonication during the synthesis process. Nanoparticle characterization was performed using a low-resolution transmission electron microscope (LR-TEM) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). The efficacy of BLE-NPs against PeMoV was tested on peanut plants in a greenhouse by applying them before virus inoculation via viruliferous aphid vectors. The observed variables included incubation period, disease symptoms, disease incidence and severity, virus titer, activities of the plant defense enzymes polyphenol oxidase (PPO) and peroxidase (POD), chlorophyll content, and yield. In addition, tests were also conducted on feeding preference (choice test) and mortality (insecticidal activity) of *A. craccivora* to evaluate the non-preference and insecticidal effects of BLE-NPs. The observed variables were the number of aphids visiting each treated plant and aphid mortality at 12, 24, and 48 hours after BLE-NP spraying. The results were compared with those of the untreated control.

The results showed that BLE-NPs were successfully synthesized with particle sizes ranging from 12 to 26 nm and spherical morphology. FTIR analysis indicated the presence of hydroxyl, alkane, amide, and ether functional groups originating from the active compounds of bougainvillea leaf extract. The synthesis formulation did not alter the composition of the main functional groups but successfully reduced the particle size compared with that reported in a previous study (163,68 nm). Treatments with high surfactant concentrations, both without and with ultrasonication (BLE-NP_{TW40} and BLE-NP_{TW45}), reduced disease incidence, prolonged the incubation period to 20–28 days, reduced disease severity by up to 71,3%, and suppressed virus titer with more than 60% effectiveness. These treatments also increased the activity of plant defense enzymes, particularly PPO and POD, maintained chlorophyll content, and yielded results comparable to those of healthy control plants.

Evidence of the non-preference effect of BLE-NPs on aphids showed that BLE-NPs synthesized with high surfactant concentrations (BLE-NP_{TW25-TW45})

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.

significantly reduced the number of aphids visiting the treated plants. This indicates a non-preference effect of BLE-NPs on aphids. Direct application of BLE-NPs to aphids caused aphid mortality ranging from 30–78,75% at 48 hours after treatment, with the highest mortality observed in the BLE-NP_{TW40–TW45} treatments. This indicates the insecticidal activity of BLE-NPs and the higher effectiveness of treatments with nanoparticles synthesized using higher surfactant concentrations.

Overall, the results of the study show that the synthesis of BLE-NPs using the tested surfactant concentrations (BLE-NP_{TW25–TW45}) produced nanoparticles <100 nm in size without altering the main chemical composition of BLE. The application of BLE-NPs was effective in controlling PeMoV through a combination of mechanisms, including induction of plant resistance, non-preference, and bioinsecticidal activity against the aphid vector. Increasing the surfactant concentration, combined with ultrasonication, was shown to enhance the efficacy of BLE-NPs in suppressing PeMoV infection and aphid vector populations.

Keywords: bougainvillea leaf antiviral, induced resistance, nano-bioinsecticide, non-preference, surfactant.



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, KARAKTERISASI, DAN EFIKASI NANOPARTIKEL
EKSTRAK DAUN BUGENVIL UNTUK MENGENDALIKAN
Peanut mottle virus DAN VEKTORNYA *Aphis craccivora* Koch.**

ATHIFA BALQIS LUQMANA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Pengendalian Hama Terpadu

**PROGRAM STUDI PENGENDALIAN HAMA TERPADU
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



Judul Tesis

: Sintesis, Karakterisasi, dan Efikasi Nanopartikel Ekstrak Daun Bugenvil untuk Mengendalikan *Peanut mottle virus* dan Vektornya *Aphis craccivora* Koch

Nama Mahasiswa
IM

: Athifa Balqis Luqmana
: A3503231002

Disetujui oleh

Pembimbing 1

Prof. Dr. Ir. Tri Asmira Damayanti, M.Agr

Pembimbing 2

Dr. Ir. Sugeng Santoso, M.Agr.

Pembimbing 3

Prof. Dr. Akhiruddin Maddu, S.Si, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi

Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.
NIP. 196302121990021001

Dekan Fakultas Pertanian,

Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr
NIP. 196902121992031003

Tanggal Sidang: 21 Juli 2026

Tanggal Lulus: 13 AUG 2026



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul “Sintesis, Karakterisasi, dan Efikasi Nanopartikel Ekstrak Daun Bugenvil untuk Mengendalikan *Peanut mottle virus* dan Vektornya *Aphis craccivora* Koch” dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan karya ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada komisi pembimbing, Prof. Dr. Ir. Tri Asmira Damayanti M.Agr. selaku ketua komisi pembimbing, Dr. Ir. Sugeng Santoso M.Agr., dan Prof. Dr. Akhiruddin, S.Si., M.Si selaku anggota komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Sari Nurulita, S.P., M.Si. selaku penguji saat sidang tesis dan pembahas luar komisi kolokium penulis, kemudian Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, M.S selaku dosen moderator seminar, yang telah memberi saran dan masukan yang sangat berharga untuk penyempurnaan karya ilmiah ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, ayahanda Luqman Effendi, M.Kes., dan ibunda dr. Monalisa Zahari atas segala doa, dukungan moral, dan material selama penulis menempuh pendidikan magister. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada ketiga adik penulis; Ahmad Zaki Luqmana S.Tr.M., Aqila Nadia Luqmana S.Tr.T., dan Ahmad Tsaqiif Luqmana, atas kebersamaan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada teman-teman dari PHT Fitopatologi 2023, serta seluruh teman-teman dari Lab Virologi Tumbuhan, Bionomi dan Ekologi Serangga, Fisiologi dan Toksikologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, serta Lab Material Fungsional, Departemen Fisika, IPB, yang telah memberikan bantuan, semangat dan juga kebersamaannya selama melaksanakan penelitian hingga penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan agar tesis ini lebih baik lagi. Demikian rasa terima kasih penulis sampaikan, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat dan referensi bagi pembaca maupun peneliti selanjutnya bagi pengembangan ilmu pengendalian penyakit tanaman maupun virologi tumbuhan.

Bogor, Agustus 2026

Athifa Balqis Luqmana

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Ruang Lingkup Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Arti Penting Tanaman Kacang Tanah	5
2.2 <i>Peanut mottle virus</i>	6
2.3 Nanopartikel Ekstrak Daun Bugenvil Sebagai Antivirus	8
2.4 Sintesis Nanopartikel Berbasis Ektstrak Tanaman	9
III SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EKSTRAK DAUN BUGENIL	11
3.1 Pendahuluan	12
3.2 Metode Penelitian	13
3.3 Hasil dan Pembahasan	14
3.4 Simpulan	16
IV EFEKSI EDB-NP DALAM MENEKAN PENULARAN VIRUS BELANG MELALUI KUTU DAUN	17
4.1 Pendahuluan	18
4.2 Metode Penelitian	19
4.3 Hasil dan Pembahasan	22
4.4 Simpulan	31
V PREFERENSI MAKAN DAN EFEK INSEKTISIDAL EKSTRAK DAUN BUGENVIL TERHADAP KUTU DAUN	32
5.1 Pendahuluan	33
5.2 Metode Penelitian	33
5.3 Hasil dan Pembahasan	34
5.4 Simpulan	36
VI PEMBAHASAN UMUM	38
VII SIMPULAN DAN SARAN	42
6.1 Simpulan	42
6.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	54
RIWAYAT HIDUP	57

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 TABEL

3.1	Profil spektroskopi FTIR EDB-NP	15
4.1	Penentuan nilai numerik keparahan penyakit	20
4.2	Periode inkubasi dan tipe gejala	23
4.3	Insidensi dan keparahan penyakit pada kacang tanah	24
4.4	Titer virus pada tanaman kacang tanah	25
4.5	Titer virus pada kutu daun	26
4.6	Kadar klorofil pada tanaman kacang tanah	29
4.7	Hasil panen tanaman kacang tanah	30
5.1	Pengaruh EDB-NP terhadap preferensi makan kutu daun	34
5.2	Pengaruh EDB-NP terhadap mortalitas kutu daun	35

DAFTAR GAMBAR

1.1	Ruang lingkup penelitian	4
3.1	Morfologi nanopartikel EDB-NP	15
3.2	Spektrum FTIR EDB-NP	16
4.1	Gejala PeMoV pada tanaman kacang tanah di rumah kaca	23
4.2	Aktivitas enzim PPO dan POD pada tanaman kacang tanah	27
4.3	Pengaruh EDB-NP terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun	28
5.1	Morfologi kutu daun pada perlakuan EDB-NP	36

DAFTAR LAMPIRAN

1	Insidensi penyakit tanaman kacang tanah sampai 8 MSI	55
2	Skor penyakit tanaman kacang tanah sampai 8 MSI	55
3	Tinggi tanaman kacang tanah di rumah kaca	55
4	Jumlah daun tanaman kacang tanah di rumah kaca	56

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.