

POTENSI PENGENDALIAN KUTU PUTIH *Phenacoccus manihoti* DENGAN PARASITOID *Anagyrus lopezi* MENGGUNAKAN *DRONE* PADA PERTANAMAN UBI KAYU

MUHAMMAD ALIMUN WASIK



**PROGRAM STUDI PENGENDALIAN HAMA TERPADU
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Potensi Pengendalian Kutu Putih *Phenacoccus manihoti* dengan Parasitoid *Anagyrus lopezi* Menggunakan *Drone* pada Pertanaman Ubi Kayu” 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, Agustus 2025

Muhammad Alimun Wasik
A3503231019

- 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.



RINGKASAN

MUHAMMAD ALIMUN WASIK. Potensi Pengendalian Kutu Putih *Phenacoccus manihoti* dengan Parasitoid *Anagyrus lopezi* Menggunakan *Drone* pada Pertanaman Ubi Kayu. Dibimbing oleh DEWI SARTIAMI dan ALI NURMANSYAH.

Kutu putih *Phenacoccus manihoti* merupakan salah satu hama utama tanaman ubi kayu di Indonesia dan dapat menyebabkan kerusakan serius dan penurunan hasil panen. Pengendalian hayati menggunakan parasitoid *Anagyrus lopezi* telah terbukti efektif menekan populasi hama ini di berbagai negara termasuk Indonesia. Salah satu kendala dalam penerapan pengendalian hayati secara luas adalah ketersediaan parasitoid dalam jumlah besar dan teknik augmentasi yang efisien, terutama untuk lahan skala luas. Umumnya pelepasan parasitoid dilakukan secara manual, namun teknik ini membutuhkan waktu, tenaga kerja, dan biaya yang tinggi. Teknik pelepasan menggunakan teknologi *drone* menjadi solusi potensial untuk meningkatkan keefektifan dan efisiensi augmentasi di lahan, terutama dalam mendukung konsep pertanian cerdas dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan mengkaji teknik produksi massal *A. lopezi* di laboratorium untuk menentukan jumlah stek ubi kayu optimal dalam kurungan, serta menghitung estimasi biaya produksi massal parasitoid. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi keefektifan augmentasi *A. lopezi* di pertanaman ubi kayu menggunakan dua teknik pelepasan yaitu *drone* dan manual, serta menganalisis aspek efisiensi biaya dan waktu kedua teknik tersebut. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biosistemika Serangga, serta di lahan pertanaman ubi kayu di Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Percobaan di lahan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan yaitu kontrol tanpa pelepasan, pelepasan menggunakan *drone*, dan pelepasan secara manual, masing-masing diulang lima kali. Varietas ubi kayu yang ditanam di lahan percobaan adalah Manggu yang berumur 4-6 bulan dengan jarak tanam 100 x 80 cm.

Hasil kajian produksi massal parasitoid di laboratorium menunjukkan bahwa penggunaan 9 stek ubi kayu per kurungan memberikan hasil terbaik, menghasilkan rata-rata $742,2 \pm 12,21$ mumi kutu putih dengan estimasi biaya produksi Rp48.425,- per kurungan atau sekitar Rp65,- per mumi. Peningkatan jumlah stek menjadi 12 justru menurunkan produksi mumi akibat terjadinya kompetisi intraspesifik antar parasitoid dalam kurungan. Nisbah kelamin keturunan parasitoid hasil produksi massal didominasi oleh betina, yaitu sebesar 68,91%, yang sangat menguntungkan untuk augmentasi di lahan karena parasitoid betina berperan penting dalam parasitisasi inang.

Augmentasi parasitoid *A. lopezi* melalui teknik pelepasan menggunakan *drone* menghasilkan tingkat parasitisasi sebesar $47,18\% \pm 0,92$, setara dengan pelepasan secara manual sebesar $46,87\% \pm 1,04$, dan keduanya menunjukkan peningkatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol yang hanya mencapai $16,11\% \pm 0,59$. Dengan demikian, kedua teknik pelepasan tersebut memiliki keefektifan yang setara dalam pengendalian hayati *P. manihoti* di pertanaman ubi kayu. Dari sisi efisiensi, penggunaan *drone* secara operasional delapan kali lebih cepat dibandingkan pelepasan secara manual, dengan waktu pelaksanaan hanya 25 menit per hektar, sedangkan manual membutuhkan waktu selama 200 menit atau 3

jam 20 menit per hektar. Berdasarkan efisiensi biaya, teknik pelepasan menggunakan *drone* memerlukan biaya yang lebih tinggi, yaitu sebesar Rp1.300.000,- per hektar, dibandingkan dengan pelepasan secara manual sebesar Rp1.000.000,- per hektar. Meskipun biaya awal pelepasan menggunakan *drone* lebih tinggi, pendekatan ini berpotensi lebih ekonomis pada aplikasi skala luas karena tidak memerlukan tambahan tenaga kerja.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa teknik produksi massal di laboratorium dapat dioptimalkan melalui pengaturan jumlah stek ubi kayu per kurungan, sehingga diperoleh biaya produksi yang efisien dan terjangkau. Sementara itu, teknik augmentasi menggunakan *drone* dan manual memiliki keefektifan yang sama dalam meningkatkan parasitisasi *A. lopezi* terhadap *P. manihoti*. Penggunaan *drone* lebih unggul dari segi efisiensi waktu, namun memerlukan biaya lebih tinggi, sehingga pemilihan teknik pelepasan disarankan disesuaikan dengan skala lahan, ketersediaan tenaga kerja, dan anggaran. Temuan ini menjadi dasar penting dalam pengembangan strategi pengendalian hayati hama *P. manihoti* di Indonesia yang efektif, efisien, dan berkelanjutan, serta membuka peluang penerapan teknologi *drone* dalam program augmentasi parasitoid di berbagai wilayah sentra produksi ubi kayu.

Kata kunci: kapsul parasitoid, pelepasan massal, pengendalian hayati, produksi massal, teknologi pertanian

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.



SUMMARY

MUHAMMAD ALIMUN WASIK. Potential for Controlling the Mealybug *Phenacoccus manihoti* with the Parasitoid *Anagyrus lopezi* Using Drones in Cassava Fields. Supervised by DEWI SARTIAMI and ALI NURMANSYAH.

The cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*, is one of the major pests of cassava crops in Indonesia, causing severe damage and significant yield losses. Biological control using the parasitoid *Anagyrus lopezi* has proven effective in suppressing this pest population in several countries, including Indonesia. However, a key challenge in implementing large-scale biological control is the availability of sufficient quantities of parasitoids and the development of efficient augmentation techniques, particularly for large-scale fields. Parasitoid releases are generally conducted manually, but this technique is labor-intensive and time-consuming. The use of drone technology presents a promising solution to improve the effectiveness and efficiency of field augmentation, particularly in line with the principles of smart and sustainable agriculture.

This study aimed to evaluate the mass-rearing technique of *A. lopezi* in the laboratory to determine the optimal number of cassava cuttings per rearing cage and estimate the cost of mass production. Additionally, this study assessed the effectiveness of *A. lopezi* augmentation in cassava fields using two release techniques, drone and manual, and analyzed the cost and time efficiency of both techniques. The study was conducted at the Insect Biosystematics Laboratory, as well as in cassava fields in Sukaraja District, Bogor Regency, West Java, Indonesia. Field experiments were arranged in a randomized complete block design (RCBD) with three treatments: control (no release), drone-assisted release, and manual release, each replicated five times. The cassava variety used was Manggu, aged 4-6 months, with a planting distance of 100 x 80 cm.

The laboratory mass-rearing study revealed that using nine cassava cuttings per cage produced the highest number of mealybug mummies, averaging 742.2 ± 12.21 mummies per cage, with an estimated production cost of IDR 48,425 per cage or approximately IDR 65 per mummy. Increasing the number of cuttings to twelve reduced mummy production due to increased intraspecific competition among parasitoids within the cage. Additionally, the sex ratio of the mass-reared parasitoids was dominated by females at 68.91%, which is advantageous for field augmentation since female parasitoids play a crucial role in host parasitism.

Field augmentation using drone-assisted release resulted in a parasitism rate of $47.18\% \pm 0.92$, comparable to manual release at $46.87\% \pm 1.04$, and both were significantly higher than the control treatment, which only reached $16.11\% \pm 0.59$. Thus, both release techniques were equally effective for the biological control of *P. manihoti* in cassava fields. In terms of efficiency, drone-assisted release was eight times faster than manual release, requiring only 25 minutes per hectare, compared to 200 minutes (or 3 hours and 20 minutes) for manual release. Regarding cost, drone release incurred a higher operational cost of IDR 1,300,000 per hectare, compared to manual release at IDR 1,000,000 per hectare. Despite its higher initial cost, the drone technique is potentially more economical for large-scale applications as it reduces the need for additional labor.



Overall, this study demonstrates that mass-rearing techniques can be optimized by adjusting the number of cassava cuttings per cage, resulting in cost-effective and affordable parasitoid production. Both drone and manual augmentation techniques were effective in increasing parasitism by *A. lopezi*, with drone use offering greater time efficiency but at a higher cost. Therefore, the choice of release technique should consider field scale, labor availability, and budget constraints. These findings provide an important foundation for developing effective, efficient, and sustainable biological control strategies against *P. manihoti* in Indonesia and highlight the potential of drone technology for parasitoid augmentation programs in major cassava-producing regions.

Keywords: agricultural technology, biological control, mass production, mass release, parasitoid capsule

- 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 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.

© Hak Cipta milik IPB, Tahun 2025
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.

POTENSI PENGENDALIAN KUTU PUTIH *Phenacoccus manihoti* DENGAN PARASITOID *Anagyrus lopezi* MENGGUNAKAN *DRONE* PADA PERTANAMAN UBI KAYU

MUHAMMAD ALIMUN WASIK

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
2025**



@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.

Judul Tesis : Potensi Pengendalian Kutu Putih *Phenacoccus manihoti*
dengan Parasitoid *Anagyrus lopezi* Menggunakan Drone
pada Pertanaman Ubi Kayu
Nama : Muhammad Alimun Wasik
NIM : A3503231019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Dra. Dewi Sartiami, M.Si.



Pembimbing 2:
Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.
NIP 196707091993031002



Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc. Agr.
NIP 196902121992031003




Tanggal Ujian: 6 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

14 AUG 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2024 sampai bulan Januari 2025 ini ialah pengendalian hayati hama, dengan judul “Potensi Pengendalian Kutu Putih *Phenacoccus manihoti* dengan Parasitoid *Anagyrus lopezi* Menggunakan *Drone* pada Pertanaman Ubi Kayu”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Dra. Dewi Sartiami, M.Si. dan Dr. Ir. Ali Nurmansyah, M.Si. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Trikoesoemaningtyas, M.Sc. selaku moderator seminar, Dr. Ir. Nina Maryana, M.Si. selaku pembahas kolokium, dan Dr. Ir. I Wayan Winasa, M.S. selaku penguji luar komisi pembimbing. Disamping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada kepada ayah, ibu, kakak, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada segenap dosen, staf tata usaha, staf komisi pendidikan, dan staf laboratorium Departemen Proteksi Tanaman yang telah tulus memberikan ilmu selama masa studi dan membantu segala proses administrasi dengan sangat baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak perusahaan *drone* yang telah memberikan kesempatan untuk bekerjasama dan berkolaborasi dalam melaksanakan penelitian ini. Ucapan terima kasih kepada teman-teman Laboratorium Biosistemika Serangga, tim Kauje, mahasiswa pascasarjana PHT IPB 2023-2024, dan semua pihak yang telah banyak membantu, memberikan semangat, saran, dan mendukung penulis selama kegiatan penelitian berlangsung hingga penyelesaian penulisan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Muhammad Alimun Wasik

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 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	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Hipotesis	3
1.5 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kutu Putih <i>Phenacoccus manihoti</i> pada Tanaman Ubi Kayu	4
2.2 Pengendalian Hayati Kutu Putih <i>Phenacoccus manihoti</i>	5
2.3 Penggunaan <i>Drone</i> dalam Augmentasi Parasitoid	7
III BAHAN DAN METODE	9
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	9
3.2 Penyiapan Tanaman Inang Kutu Putih <i>Phenacoccus manihoti</i>	9
3.3 Penyediaan dan Pemeliharaan Kutu Putih <i>Phenacoccus manihoti</i>	9
3.4 Penyediaan dan Pemeliharaan Parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	9
3.5 Produksi Massal Parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i> di Laboratorium	10
3.5.1 Pengujian Optimalisasi Jumlah Stek Ubi Kayu	10
3.5.2 Penentuan Nisbah Kelamin Keturunan Parasitoid	10
3.5.3 Biaya Produksi Massal Parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	11
3.6 Pengumpulan Mumi Kutu Putih	11
3.7 Keefektifan Augmentasi <i>Anagyrus lopezi</i> di Pertanaman Ubi Kayu	11
3.7.1 Penghitungan Populasi <i>Phenacoccus manihoti</i> di Lahan	11
3.7.2 Augmentasi Parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i> di Lahan	12
3.7.3 Tingkat Parasitisasi Parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i> di Lahan	13
3.8 Efisiensi Augmentasi <i>Anagyrus lopezi</i> di Pertanaman Ubi Kayu	13
3.9 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Produksi Parasitoid Berdasarkan Jumlah Stek Ubi Kayu di Kurungan	15
4.2 Nisbah Kelamin Keturunan <i>Anagyrus lopezi</i> di Laboratorium	17
4.3 Biaya Produksi Massal Parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	18
4.4 Populasi Kutu Putih <i>Phenacoccus manihoti</i> di Pertanaman Ubi Kayu	19
4.5 Jumlah Parasitoid untuk Augmentasi di Lahan	21
4.6 Keefektifan Augmentasi <i>Anagyrus lopezi</i> di Pertanaman Ubi Kayu	22
4.7 Efisiensi Augmentasi <i>Anagyrus lopezi</i> di Pertanaman Ubi Kayu	24
V SIMPULAN DAN SARAN	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	43



DAFTAR TABEL

4.1	Estimasi biaya produksi massal <i>Anagyrus lopezi</i> per kurungan	19
4.2	Jumlah mumi dan kapsul parasitoid yang dilepaskan di lahan	21
4.3	Biaya pelepasan parasitoid dengan <i>drone</i> dan manual per hektar	24
4.4	Waktu pelepasan parasitoid dengan <i>drone</i> dan manual per hektar	25

DAFTAR GAMBAR

1.1	Koloni kutu putih <i>Phenacoccus manihoti</i> pada bagian pucuk tanaman	4
2.2	Morfologi imago parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	6
2.3	Pelepasan parasitoid menggunakan <i>drone</i> di Kanada	8
3.1	Model kurungan perbanyak parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	10
3.2	Kapsul parasitoid yang digunakan dalam augmentasi di lahan	11
3.3	Petak contoh pengamatan populasi <i>Phenacoccus manihoti</i>	12
3.4	Petak percobaan pelepasan parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	12
3.5	Perlakuan teknik pelepasan parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i>	13
4.1	Jumlah mumi yang terbentuk dari pengujian jumlah stek per kurungan	15
4.2	Nisbah kelamin keturunan <i>Anagyrus lopezi</i> dari hasil produksi massal	17
4.3	Populasi <i>Phenacoccus manihoti</i> pada setiap fase perkembangan	20
4.4	Kegiatan pelepasan parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i> di pertanaman ubi kayu	22
4.5	Tingkat parasitisasi parasitoid <i>Anagyrus lopezi</i> pada setiap perlakuan	23

DAFTAR LAMPIRAN

1	Pemeliharaan tanaman dan serangga di laboratorium	40
2	Persiapan imago parasitoid untuk perbanyak massal	40
3	Pengumpulan dan penempelan mumi kutu putih pada kertas pias	40
4	Pelepasan parasitoid menggunakan <i>drone</i> di lahan	41
5	Hasil analisis sidik ragam dan uji lanjut untuk jumlah stek ubi kayu	41
6	Hasil analisis sidik ragam dan uji lanjut untuk tingkat parasitisasi	42