

# KAJIAN KLON PUSTAKA METAGENOMIK DAN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA UNTUK MENGENDALIKAN *Bean common mosaic virus* PADA TANAMAN KACANG PANJANG

MONICA NAIBAHO



PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026

- 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 **“Kajian Klon Pustaka Metagenomik dan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan *Bean common mosaic virus* pada Tanaman Kacang Panjang”** 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 melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2026

Monica Naibaho  
A3502212016

@data center IPB University

## RINGKASAN

MONICA NAIBAHO. Kajian Klon Pustaka Metagenomik dan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan *Bean common mosaic virus* pada Tanaman Kacang Panjang. Dibimbing oleh GIYANTO dan TRI ASMIRA DAMAYANTI.

*Bean common mosaic virus* (BCMV) merupakan patogen penting pada tanaman Fabaceae yang menyebabkan penurunan produktivitas signifikan. Virus ini penularannya oleh kutu daun dan tular benih, sehingga cukup sulit dikendalikan. Keterbatasan varietas tahan mendorong perlunya alternatif cara pengelolaan virus yang lebih aman dan berkelanjutan. Klon pustaka metagenomik merupakan metode untuk mengeksplorasi dan menganalisis potensi genetik yang belum diketahui pada suatu sampel lingkungan tertentu dengan analisis genom mikroba secara keseluruhan baik yang dapat dikulturkan maupun yang tidak dapat dikulturkan yang memiliki senyawa fungsional yang mampu menekan infeksi patogen. Asap cair merupakan produk kondensasi hasil pirolisis biomassa yang memiliki aktivitas antimikroba dan potensi sebagai penginduksi ketahanan tanaman.

Penelitian bertujuan mengevaluasi keefektifan klon pustaka metagenomik (KPM) dan asap cair dalam menekan infeksi BCMV. KPM yang digunakan berasal dari pertanaman kakao dengan kode PMC 3, PMC 8, dan PMC 14. Asap cair yang digunakan adalah asap cair tempurung kelapa (ACTK). Tahapan penelitian terdiri dari: pengujian fitotoksisitas KPM dan ACTK terhadap benih, penentuan konsentrasi dan waktu aplikasi ACTK optimal yang menekan gejala lesio lokal nekrotik (LLN) karena infeksi BCMV pada tanaman indikator *Chenopodium amaranticolor*, dan uji efikasi ACTK terhadap penekanan virus pada kacang panjang di rumah kaca.

Metode yang digunakan untuk uji fitotoksisitas KPM dan ACTK pada benih kacang panjang ialah uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdP) dengan parameter pengamatan: indeks vigor, daya berkecambah, panjang plumula dan akar pada hari ke-5 dan 7. Seleksi waktu aplikasi ACTK optimal pada tanaman indikator dilakukan dengan penyemprotan pada permukaan daun sebelum (SB) dan setelah (ST) penularan BCMV. Parameter yang diamati ialah masa inkubasi, jumlah lesio lokal nekrotik (LLN), dan tingkat hambatan lesio lokal nekrotik (LLN). Efikasi asap cair pada tanaman kacang panjang di rumah kaca juga dilakukan dengan penyemprotan pada permukaan daun dengan waktu aplikasi SB dan ST penularan virus. Parameter yang diamati ialah parameter penyakit seperti masa inkubasi, insidensi dan keparahan penyakit, titer virus, tingkat hambatan relatif, aktivitas antioksidan enzim peroksidase (PO), polifenol oksidase (PPO), dan ekspresi gen *pathogenesis related protein 3* (PR3). Parameter agronomis yang diamati ialah jumlah daun, tinggi tanaman, waktu berbunga, dan jumlah bunga.

Hasil uji UKDdP KPM pada benih kacang panjang menunjukkan indeks vigor, daya berkecambah, panjang akar dan plumula lebih rendah dibandingkan dengan tanaman kontrol; mengindikasikan adanya fitotoksisitas KPM terhadap kecambah kacang panjang. Penyemprotan larutan bioaktif KPM pada tanaman indikator *C. amaranticolor* juga menimbulkan gejala fitotoksisitas berupa daun menggulung dan nekrosis. Uji fitotoksisitas ACTK pada benih kacang panjang



menunjukkan pada konsentrasi 0,5–1,0% menunjukkan vigor terbaik, sedangkan pada konsentrasi 3,0% menunjukkan fitotoksisitas pada kecambah kacang panjang. Aplikasi semprot daun ACTK setelah penularan virus mampu memperpanjang masa inkubasi dan nyata menekan jumlah LLN dengan keefektifan lebih tinggi dibandingkan aplikasi ACTK sebelum penularan virus.

Perlakuan asap cair pada tanaman kacang panjang dapat memperpanjang masa inkubasi, namun keparahan penyakit tidak berbeda nyata dengan kontrol sakit tanpa perlakuan, kecuali perlakuan 0,7 ST dan 1,0 ST mampu menurunkan keparahan penyakit dan titer virus. Perlakuan ACTK pada konsentrasi 1,0% meningkatkan aktivitas enzim antioksidan peroksidase, polifenol oksidase, dan ekspresi *gen PR3* paling tinggi dibandingkan perlakuan lain; hal ini berkontribusi pada penekanan infeksi BCMV pada kacang panjang. ACTK pada konsentrasi 1,0% merupakan perlakuan terbaik dalam menekan infeksi BCMV melalui mekanisme induksi pertahanan alami tanaman.

Kata kunci: antimikrob, efikasi, enzim antioksidan, fitotoksisitas, *gen PR3*.

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

MONICA NAIBAHO. Study of Metagenomic Library Clone and Liquid Smoke to Control *Bean common mosaic virus* on Yardlong Bean. Supervised by GIYANTO and TRI ASMIRA DAMAYANTI

*Bean common mosaic virus* (BCMV) is an important pathogen of Fabaceae crops that causes significant yield losses. The virus is transmitted by aphids and through seeds, making it challenging to control. The limited availability of resistant varieties necessitates the development of alternative, safe, and sustainable virus management. Metagenomic library clones are a method used to explore and analyze previously unknown genetic potential from specific environmental samples through comprehensive microbial genome analysis, including both culturable and non-culturable microorganisms, which may possess functional compounds capable of suppressing pathogen infections. Liquid smoke is a condensed product of biomass pyrolysis, exhibits antimicrobial activity, and has potential as a plant resistance inducer.

The research aimed to evaluate the effectiveness of metagenomic library clones (MLCs) and liquid smoke in suppressing BCMV infection. The MLCs used were derived from the rhizosphere of cacao plants and were coded as PMC 3, PMC 8, and PMC 14. The liquid smoke used was coconut shell liquid smoke (CSLS). The research phases comprised: phytotoxicity testing of MLCs and CSLS on seeds, determination of optimal liquid smoke concentration and application timing to suppress necrotic local lesion (NLL) symptoms caused by BCMV infection on indicator plant *Chenopodium amaranticolor*, and efficacy testing of liquid smoke for virus suppression under greenhouse conditions.

The phytotoxicity tests of MLCs and CSLS on yardlong bean seeds were conducted the standing paper roll test in plastic (UKDdP), with observed variables including vigor index, germination rate, plumule and root length at 5 and 7 days after sowing. Selection of the optimal application time of CSLS on indicator plants was performed by foliar spraying before (pre-inoculation, BI) and after (post-inoculation, AI) BCMV inoculation. The observed variables included incubation period, number of necrotic local lesions (NLL), and the percentage of NLL inhibition. The efficacy of CSLS on yardlong bean plants under greenhouse conditions was also evaluated using foliar spraying with BI and AI application times. Disease parameters observed included incubation period, disease incidence and severity, virus titer, and relative inhibition rate. Variables observed for antioxidant and defense-related enzyme activity included peroxidase (PO), polyphenol oxidase (PPO), and the expression of the pathogenesis related protein 3 (PR3) gene. Agronomic parameters observed were the number of leaves, plant height, flowering time, and number of flowers.

The standing paper roll test in plastic test of MLCs on yardlong bean seeds showed lower vigor index, germination rate, root and plumule length compared to the control plants, indicating the presence of KPMs phytotoxicity on germination rate of yardlong bean. Foliar application of MLCs bioactive solutions on the indicator plant *C. amaranticolor* also induced phytotoxic symptoms, such as leaf curling and necrosis. Phytotoxicity testing of CSLS on yardlong bean seeds showed



that concentrations of 0,5–1,0% resulted in the highest seed vigor, whereas a concentration of 3,0% exhibited phytotoxic effects on germination rate of yardlong bean. Foliar application of CSLS after virus inoculation prolonged the incubation period and significantly reduced the number of NLL, with higher effectiveness compared to pre-inoculation application.

Application of CSLS on yardlong bean plants prolonged the incubation period; however, disease severity did not differ significantly from the untreated infected control, except for treatments at 0,7 AI and 1,0 AI, which reduced disease severity and virus titer. Treatment with CSLS at a concentration of 1,0% resulted in the highest increase in peroxidase and polyphenol oxidase activities, as well as *PR3 gene* expression, compared to other treatments; this contributed to the suppression of BCMV infection in yardlong bean. CSLS at a concentration of 1,0% was the most effective treatment for suppressing BCMV infection through the induction of the plant's natural defense mechanisms.

**Keywords:** antimicrobial, antioxidant enzyme, efficacy, phytotoxicity, *PR3 gene*.

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, 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.*

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.

# **KAJIAN KLON PUSTAKA METAGENOMIK DAN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA UNTUK MENGENDALIKAN *Bean common mosaic virus* PADA TANAMAN KACANG PANJANG**

**MONICA NAIBAHO**

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

**PROGRAM STUDI FITOPATOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

- 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.



Judul Tesis : Kajian Klon Pustaka Metagenomik dan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan *Bean common mosaic virus* pada Tanaman Kacang Panjang

Nama : Monica Naibaho

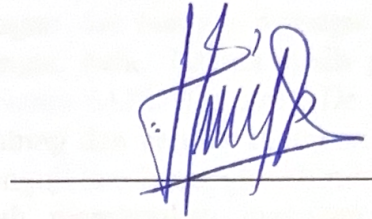
NIM : A3502212016

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.



Pembimbing 2:

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

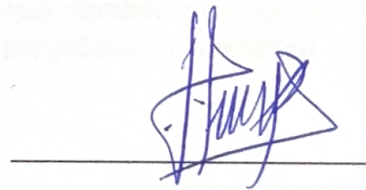


Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Ir. Giyanto, M.Si.

NIP. 196707091993031002



Dekan Fakultas Pertanian

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

NIP. 196902121992031003




## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus yang maha baik karena atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir tesis yang berjudul "Kajian Klon Pustaka Metagenomik dan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan *Bean common mosaic virus* pada Tanaman Kacang Panjang" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar magister sains pada Program Studi Fitopatologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, Dr. Ir. Giyanto M.Si. dan Prof. Dr. Ir. Tri Asmira Damayanti, M.Agr. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi pembimbing Dr. Ir. Kikin Hamzah Mutaqin, M.Si. yang telah memberikan masukan untuk kesempurnaan tesis ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Penelitian (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa sehingga studi dan penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada bapak, mamak, kakak, abang, serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh keluarga Fitopatologi Angkatan 2021, segenap anggota Laboratorium Bakteriologi dan Virologi Tumbuhan serta team PT. Syngenta Indonesia region SSM yang telah membantu dan mendukung penulis selama kegiatan penelitian berlangsung sehingga penulis dapat menyelesaikan studi pascasarjana di IPB.

Demikian rasa syukur dan ucapan terima kasih ini disampaikan. Penulis mengetahui masih banyak terdapat kekurangan dalam tesis ini, sehingga kritik dan saran diharapkan oleh penulis agar dapat menjadi koreksi untuk menjadi lebih baik lagi. Semoga hasil dari penelitian ini dapat menjadi manfaat bagi para pembaca maupun peneliti selanjutnya sehingga dapat menjadi sumber amal kebaikan bagi penulis dan seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Bogor, Januari 2026

*Monica Naibaho*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Alur Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Kacang Panjang	5
2.2 Penyakit Mosaik Kacang Panjang oleh BCMV	6
2.3 Pengendalian Penyakit Mosaik Kacang Panjang	8
III METODE PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Penyiapan Komponen Penelitian	10
3.3 Uji Fitotoksisitas Klon Pustaka Metagenomik pada Benih Kacang Panjang	10
3.4 Uji Fitotoksisitas Asap Cair pada Benih Kacang Panjang	11
3.5 Seleksi Konsentrasi dan Waktu Aplikasi Terbaik Asap Cair pada Tanaman Indikator	11
3.6 Efikasi Asap Cair untuk Menekan Infeksi BCMV dan Menginduksi Ketahanan pada Tanaman Kacang Panjang di Rumah Kaca	12
3.7 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Fitotoksisitas Klon Pustaka Metagenomik pada Benih Kacang Panjang	15
4.2 Fitotoksisitas Asap Cair pada Benih Kacang Panjang	17
4.3 Seleksi Konsentrasi dan Waktu Aplikasi Terbaik Asap Cair pada Tanaman Indikator <i>Chenopodium amaranticolor</i>	18
4.4 Efikasi Asap Cair untuk Menekan Infeksi BCMV dan Menginduksi Enzim Ketahanan pada Tanaman Kacang Panjang di Rumah Kaca	20
V PEMBAHASAN UMUM	25
VI SIMPULAN DAN SARAN	28
6.1 Simpulan	28
6.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
RIWAYAT HIDUP	36

## DAFTAR TABEL

4.1 Indeks vigor dan daya berkecambah bibit kacang panjang setelah perlakuan klon pustaka metagenomik	17
4.2 Panjang plumula dan akar bibit kacang panjang pada hari ke-5 dan ke-7 setelah perlakuan klon pustaka metagenomik	17
4.3 Indeks vigor dan daya berkecambah bibit kacang panjang setelah perlakuan konsentrasi asap cair	19
4.4 Panjang plumula dan akar bibit kacang panjang pada hari ke-5 dan ke-7 setelah perlakuan konsentrasi asap cair	20
4.5 Masa inkubasi dan tingkat hambatan lesio lokal nekrotik pada daun <i>Chenopodium amaranticolor</i> yang diinokulasi <i>Bean common mosaic virus</i> pada berbagai perlakuan asap cair	22
4.6 Masa inkubasi, skor keparahan penyakit, titer virus dan tingkat hambatan relatif pada tanaman kacang panjang setelah perlakuan asap cair	23
4.7 Jumlah daun, tinggi tanaman, waktu berbunga dan jumlah bunga pada tanaman kacang panjang setelah perlakuan asap cair	26

## DAFTAR GAMBAR

1.1 Alur penelitian “Kajian Klon Pustaka Metagenomik dan Asap Cair Tempurung Kelapa untuk Mengendalikan <i>Bean common mosaic virus</i> pada Tanaman Kacang Panjang”	4
2.1 Produksi kacang panjang dari tahun 2017-2024	5
4.1 Koloni isolat klon pustaka metagenomik	16
4.2 Pertumbuhan bibit kacang panjang pada berbagai klon pustaka metagenomik	16
4.3 Gejala fitotoksisitas tanaman indikator yang disemprot larutan bioaktif klon pustaka metagenomik	18
4.4 Pertumbuhan bibit kacang panjang pada berbagai perlakuan konsentrasi asap cair 7 hari setelah perendaman	19
4.5 Gejala fitotoksisitas tanaman indikator yang disemprot dengan berbagai konsentrasi asap cair	20
4.6 Gejala lesio lokal nekrotik pada daun <i>Chenopodium amaranticolor</i> yang diaplikasi asap cair pada berbagai konsentrasi saat sebelum (SB) dan setelah (ST) inokulasi <i>Bean common mosaic virus</i>	21
4.7 Gejala fitotoksisitas tanaman kacang panjang yang disemprot dengan berbagai konsentrasi asap cair	22
4.8 Variasi gejala <i>Bean common mosaic virus</i> pada tanaman uji kacang panjang setelah perlakuan asap cair	23
4.9 Aktivitas enzim tanaman kacang panjang dengan konsentrasi asap cair terseleksi sebelum (SB) dan setelah (ST) inokulasi	24



- |      |  |    |
|------|--|----|
| 4.10 | Ekspresi <i>gen PR3</i> setelah perlakuan konsentrasi asap cair terseleksi sebelum (SB) dan setelah (ST) inokulasi virus <i>Bean common mosaic virus</i> | 25 |
| 4.11 | Pertumbuhan tanaman kacang panjang dengan berbagai konsentrasi asap cair pada percobaan rumah kaca   | 25 |

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.