

**METODE OPTIMUM ANALISIS GEN KETAHANAN TANAMAN CABAI
TERHADAP INFEKSI BEGOMOVIRUS MENGGUNAKAN METODE
REAL TIME QUANTITATIVE POLYMERASE CHAIN REACTION**

NUNUNG WIDAYANTI



**DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

- 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.

Perpustakaan 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Metode Optimum Analisis Gen Ketahanan Tanaman Cabai terhadap Infeksi *Begomovirus* menggunakan Metode *Real-Time quantitative Polymerase Chain Reaction*” 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 skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Nunung Widayanti
A3401221080



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



ABSTRAK

NUNUNG WIDAYANTI. Metode Optimum Analisis Gen Ketahanan Tanaman Cabai terhadap Infeksi *Begomovirus* menggunakan Metode *Real-Time quantitative Polymerase Chain Reaction*. Dibimbing oleh ELISABETH SRI HENDRASTUTI dan YASHANTI BERLINDA PARADISA.

Analisis ekspresi gen menggunakan *real-time quantitative polymerase chain reaction* (RT-qPCR) memerlukan RNA berkualitas tinggi untuk menghasilkan data yang akurat dan andal. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengevaluasi kualitas RNA total tanaman cabai berdasarkan metode ekstraksi RNA, kondisi sampel, dan kondisi tanaman, serta (2) menganalisis ekspresi gen yang berperan dalam ketahanan tanaman pada berbagai kondisi sampel dan kondisi tanaman menggunakan metode ekstraksi RNA terbaik. Penelitian menggunakan rancangan faktorial $2 \times 2 \times 2$ dengan tiga faktor, yaitu metode ekstraksi RNA (CTAB dan kit Geneaid), kondisi sampel (segar dan penyimpanan pada suhu ultra-rendah -80°C), serta kondisi tanaman (sehat dan terinfeksi *Begomovirus*). Kualitas RNA dievaluasi berdasarkan konsentrasi, kemurnian, dan integritas, sedangkan ekspresi gen *CaSBP11* dan *CaSABP2-1* dianalisis menggunakan RT-qPCR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode CTAB menghasilkan konsentrasi RNA yang lebih tinggi, sedangkan kit Geneaid menghasilkan RNA dengan tingkat kemurnian dan integritas yang lebih baik sehingga dipilih untuk analisis ekspresi gen. Penyimpanan sampel pada suhu ultra-rendah mampu mempertahankan kualitas RNA sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengganti sampel segar. Peningkatan ekspresi relatif gen *CaSBP11* dan *CaSABP2-1* menunjukkan bahwa infeksi *Begomovirus* menginduksi mekanisme pertahanan pada tanaman cabai. Metode ekstraksi RNA yang telah dioptimalkan serta penggunaan primer yang spesifik dapat dimanfaatkan untuk analisis lebih lanjut dalam seleksi sumber ketahanan terhadap infeksi *Begomovirus*.

Kata kunci: ekspresi gen, kemurnian RNA, konsentrasi RNA, metode ekstraksi, RT-qPCR



ABSTRACT

NUNUNG WIDAYANTI. Optimization of the Analysis Method for Chili Pepper Resistance Genes Against *Begomovirus* Infection using *Real-Time quantitative Polymerase Chain Reaction*. Supervised by ELISABETH SRI HENDRASTUTI and YASHANTI BERLINDA PARADISA.

Gene expression analysis using *real-time quantitative polymerase chain reaction* (RT-qPCR) requires high-quality RNA to ensure accurate and reliable results. This study aimed to (1) evaluate the quality of chili pepper's total RNA based on RNA extraction method, sample and plant condition, and (2) analyze the expression of resistance-related genes under different sample and plant conditions using the best RNA extraction method. A $2 \times 2 \times 2$ factorial design was employed with three factors, i.e. RNA extraction method (CTAB and Geneaid kit), sample condition (fresh and ultra-low temperature storage at -80°C), and plant condition (healthy and *Begomovirus*-infected). RNA quality was assessed based on concentration, purity, and integrity, while the expression of *CaSBP11* and *CaSABP2-1* was analyzed using RT-qPCR. The results showed that the CTAB method produced higher RNA concentrations, whereas the Geneaid kit yielded RNA with better purity and integrity and was therefore selected for gene expression analysis. Samples stored at an ultra-low temperature effectively preserved RNA quality and can be used as an alternative for fresh samples. The increase in relative expression of *CaSBP11* and *CaSABP2-1* indicated that *Begomovirus* infection induces a defense mechanism of chili plants. The optimized RNA extraction method and the use in selective primers can be used for further assays in selecting sources of resistance to *Begomovirus* infection.

Keywords: *concentration of RNA, extraction method, gene expression, purity of RNA, RT-qPCR*



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.



@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.

**METODE OPTIMUM ANALISIS GEN KETAHANAN TANAMAN CABAI
TERHADAP INFEKSI *BEGOMOVIRUS* MENGGUNAKAN METODE
*REAL TIME QUANTITATIVE POLYMERASE CHAIN REACTION***

NUNUNG WIDAYANTI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Proteksi Tanaman

**DEPARTEMEN PROTEKSI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@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 Skripsi : Metode Optimum Analisis Gen Ketahanan Tanaman Cabai terhadap Infeksi *Begomovirus* menggunakan Metode *Real-Time Quantitative Polymerase Chain Reaction*

Nama : Nunung Widayanti
NIM : A3401221080

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Elisabeth Sri Hendrastuti, M.Sc.

Pembimbing 2:
Dr. Yashanti Berlinda Paradisa, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Ir. Giyanto, M.Si.
NIP. 196707091993031002



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2025 hingga Juni 2026 ini berjudul “Metode Optimum Analisis Gen Ketahanan Tanaman Cabai terhadap Infeksi *Begomovirus* menggunakan *Metode Real-Time quantitative Polymerase Chain Reaction*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Elisabeth Sri Hendrastuti, M.Sc. serta Dr. Yashanti Berlinda Paradisa, M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta semangat yang tiada henti selama penulis menempuh pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang senantiasa memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang virologi tumbuhan dan biologi molekuler, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Agustus 2026

Nunung Widayanti



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Cabai (<i>Capsicum annum</i> L.)	3
2.2 <i>Begomovirus</i> pada Tanaman Cabai	3
2.3 Respons Pertahanan Tanaman terhadap Infeksi Virus	4
2.4 RNA dan Faktor yang Memengaruhi Kualitas RNA	4
2.5 Analisis Ekspresi Gen Menggunakan RT-qPCR	5
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Prosedur Kerja	6
3.2.1 Seleksi dan Optimasi Primer Gen Ketahanan Tanaman Cabai	6
3.2.2 Optimasi Metode Ekstraksi RNA	7
3.2.3 Analisis Ekspresi Gen menggunakan Metode RT-qPCR	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Primer Gen Ketahanan Tanaman Cabai yang Terseleksi	11
4.2 Kondisi Optimum Suhu <i>Annealing</i> untuk Amplifikasi Gen Ketahanan	12
4.3 Metode Optimum Ekstraksi RNA	14
4.3.1 Konsentrasi RNA	14
4.3.2 Kemurnian RNA berdasarkan Rasio A260/280	16
4.3.3 Kemurnian RNA berdasarkan Rasio A260/230	17
4.3.4 Integritas RNA pada Visualisasi Gel Agarosa	19
4.4 Ekspresi Gen Ketahanan Cabai	21
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
RIWAYAT HIDUP	32



DAFTAR TABEL

3.1	Daftar primer yang digunakan dalam penelitian	7
3.2	Rancangan perlakuan optimasi metode ekstraksi RNA	9
4.1	Hasil seleksi optimasi primer gen ketahanan dan gen referensi	12
4.2	Hasil optimasi suhu primer gen ketahanan tanaman cabai	13
4.3	Rata-rata nilai konsentrasi RNA berdasarkan kombinasi kategori sampel	15
4.4	Rata-rata nilai rasio absorbansi A260/280 berdasarkan kombinasi kategori sampel	16
4.5	Rata-rata nilai rasio absorbansi A260/230 berdasarkan kombinasi kategori sampel	18
4.6	Ekspresi relatif gen <i>CaSBP11</i>	22
4.7	Ekspresi relatif gen <i>CaSABP2-1</i>	24

DAFTAR GAMBAR

4.1	Visualisasi pita DNA <i>Begomovirus</i> yang diamplifikasi menggunakan primer SPG1/SPG2. BS1-BS2, sampel tanaman var. Bara sakit; LS1-LS2, sampel tanaman var. Lemon Drop sakit; B1-B4, sampel tanaman var. Bara sakit; L, <i>DNA ladder</i> ; K, sampel kontrol negatif	11
4.2	Visualisasi pita DNA hasil seleksi primer gen ketahanan (A-G) dan gen referensi (H-I) pada gel agarosa. (A) Primer RTSBPzunla-11; (B) Primer CaSAMT2L; (C) Primer CaSABP2-1; (D) Primer CaSABP2-2; (E) Primer CaSABP2-3; (F) Primer OPR3; (G) Primer ICL; (H) Primer GADPH; (I) Primer UBI-3.	12
4.3	Visualisasi pita DNA Hasil optimasi suhu annealing untuk primer gen ketahanan dan gen referensi pada gel agarosa. Gambar (A-C) Suhu 58 °C; (D-F) Suhu 59 °C; (G-I) Suhu 60 °C.	13
4.4	Visualisasi RNA total tanaman cabai pada gel agarosa hasil ekstraksi dengan metode Kit Geneaid (A) dan CTAB (B). Sampel 1-3, tanaman segar, sehat; Sampel 3-6, tanaman segar, sehat; Sampel 7-9, tanaman disimpan pada suhu -80 °C, sehat; Sampel 10-12, tanaman disimpan pada suhu -80 °C, sakit; dan L = <i>DNA Ladder 100 kb</i>	20
4.5	Ekspresi relatif gen <i>CaSBP11</i> pada kondisi sampel tanaman yang berbeda	23
4.6	Ekspresi relatif gen <i>CaSBP2-1</i> pada kondisi sampel tanaman yang berbeda	25