

ANALISIS EKSPRESI GEN *LYZ-C* PADA TANAMAN KENTANG IPB CP3 TRANSGENIK

DIKA RACHMAT SANTOSO



**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
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 :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- 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 berjudul Analisis Ekspresi Gen *LYZ-C* di Tanaman Kentang Kultivar IPB CP3 Transgenik adalah hasil karya asli saya, disusun berdasarkan arahan dari komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan kepada institusi pendidikan tinggi manapun. Semua sumber, baik yang telah diterbitkan maupun belum telah dikutip dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Saya juga menyerahkan hak cipta atas karya ilmiah ini sepenuhnya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Dika Rachmat Santoso
P0501202016

- 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.



RINGKASAN

DIKA RACHMAT SANTOSO. Analisis Ekspresi Gen *LYZ-C* Pada Tanaman Kentang IPB Cp3 Transgenik. Dibimbing oleh ARIS TIAHJOLEKSONO dan MIFTAHUDIN.

Kentang menghasilkan kalori jauh lebih banyak daripada jagung, gandum, beras, atau kedelai. Kandungan gizi yang dimiliki kentang menjadikannya sebagai komoditas yang potensial dalam mendukung program diversifikasi pangan nasional, terutama di Indonesia. Pertumbuhan penduduk yang cepat serta meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya nutrisi bagi kesehatan turut mendorong naiknya permintaan kentang, baik untuk konsumsi segar maupun kebutuhan industri makanan. Meskipun ketersediaan kentang sayur untuk konsumsi rumah tangga masih tergolong aman, keterbatasan pasokan kentang olahan seperti kentang goreng dan keripik masih menjadi tantangan bagi industri. Salah satu hambatan utama dalam budidaya kentang adalah penurunan hasil akibat serangan hama dan penyakit, terutama penyakit yang disebabkan oleh bakteri di wilayah tropis dan subtropis. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pengembangan varietas kentang transgenik yang tahan terhadap patogen melalui pendekatan rekayasa genetika. Teknik ini dilakukan dengan menyisipkan gen tertentu untuk meningkatkan sifat unggul tanaman. Salah satu gen yang potensial adalah gen pengkode lisozim, yaitu protein antimikroba yang tersebar luas di alam dan memiliki kemampuan untuk menghancurkan dinding sel bakteri melalui degradasi peptidoglikan. Lisozim merupakan enzim hidrolase yang dapat memecah ikatan β -1,4-glikosidik antara N-asetil-D-glukosamin dan asam N-asetil-D-muramat, serta menghidrolisis kitoligosakarida pada dinding sel jamur. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji ekspresi gen *LYZ-C* pada tanaman kentang kultivar IPB CP3 transgenik yang telah diinfeksi oleh bakteri *Ralstonia solanacearum*. Sebanyak enam klon transgenik diuji untuk integrasi gen *LYZ-C* dan respons ketahanan terhadap infeksi. Hasil menunjukkan bahwa semua klon transgenik memiliki gen *LYZ-C*, dan sebagian menunjukkan ketahanan lebih tinggi dibanding tanaman non-transgenik. Ekspresi gen *LYZ-C* meningkat secara signifikan dibanding tanaman non-transgenik, dengan klon CP3lyz6 menunjukkan ekspresi tertinggi dan tingkat ketahanan yang kuat. Temuan ini menunjukkan bahwa gen *LYZ-C* berpotensi meningkatkan ketahanan kentang terhadap penyakit layu bakteri dan dapat digunakan dalam pengembangan varietas tahan patogen.

Kata kunci: ekspresi gen, kentang transgenik, ketahanan tanaman, *LYZ-C*, *Ralstonia solanacearum*

SUMMARY

DIKA RACHMAT SANTOSO. Analysis of *LYZ-C* Gene Expression in Transgenic Potato Cultivar IPB CP3. Supervised by ARIS TJAHOJEKSONO and MIFTAHUDIN.

Potato tuber contains significantly more calories than corn, wheat, rice, or soybeans. Its nutritional value make potato a promising commodity to support national food diversification programs, especially in Indonesia. Rapid population growth and increasing public awareness of the importance of nutrition for health have led to a rising demand for potatoes, both for fresh consumption and food industry needs. While the availability of table potatoes for household consumption remains relatively secure, there is still a shortage of processed potato products for industrial purposes, such as French fries and potato chips. A major challenge in potato cultivation is the decline in productivity caused by pests and diseases, particularly bacterial infections in tropical and subtropical regions. One promising solution is the development of transgenic potato cultivars resistant to pathogens through genetic engineering. This approach involves inserting specific genes to improve desirable plant traits. One such gene is the lysozyme gene that encodes an antimicrobial protein widely found in nature and capable of degrading bacterial cell walls through peptidoglycan breakdown. Lysozyme is a type of hydrolase enzyme that can hydrolyze the β -1,4-glycosidic bond between N-acetyl-D-glucosamine and N-acetyl-D-muramic acid, and also cleave β -1,4 chitooligosaccharides in fungal cell walls. This study aimed to analyze the expression of the *LYZ-C* gene in transgenic IPB CP3 potato plants infected with the bacterium *Ralstonia solanacearum*. A total of six transgenic clones were tested for gene integration and resistance response to infection. Results showed that all transgenic clones carried the *LYZ-C* gene, and some demonstrated greater resistance compared to non-transgenic plants. The expression of the *LYZ-C* gene in transgenic clone significantly higher than non-transgenic plant, with CP3lyz6 clone exhibiting the highest expression level and strong resistance. These findings suggest that the *LYZ-C* gene has the potential to enhance bacterial wilt resistance in potatoes and could be utilized in the development of pathogen-resistant cultivars.

Keywords: gene expression, *LYZ-C*, plant resistance, *Ralstonia solanacearum*, transgenic potato

- 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 apapun tanpa izin IPB



ANALISIS EKSPRESI GEN *LYZ-C* PADA TANAMAN KENTANG KULTIVAR IPB CP3 TRANSGENIK

DIKA RACHMAT SANTOSO

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

**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
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 : Analisis Ekspresi Gen *LYZ-C* Pada Tanaman Kentang Kultivar
IPB CP3 Transgenik
Nama : Dika Rachmat Santoso
NIM : P0501202016

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono., DEA



Pembimbing 2 :
Prof. Dr. Ir. Miftahudin., M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi :
Prof. Dr. Ir. Miftahudin., M.Si
NIP 19620419 198903 1 001



Dekan Sekolah Pascasarjana :
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat., M.Sc.F.Trop, IPU
NIP 19700329 199608 1 001



Tanggal Ujian: 01 Agustus 2025

Tanggal Lulus: 05 AUG 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.

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, hingga tesis berjudul “*Analisis Ekspresi Gen LYZ C pada Tanaman Kentang Kultivar IPB CP3 Transgenik*” ini dapat diselesaikan dengan lancar. Saya mengucapkan terima kasih kepada (Alm.) Prof. Dr. Ir. Suharsono, DEA, Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA, dan Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si., selaku komisi pembimbing, atas kesempatan, arahan, dan bimbingan berharga selama penyusunan tesis ini. Ucapan juga saya sampaikan kepada seluruh dosen Program Studi Bioteknologi atas ilmu yang telah diberikan, serta kepada Bapak Keresyanto yang dengan kesabaran membimbing dan memberikan saran. Terima kasih yang tulus saya tujukan kepada orangtua, istri tercinta (Dini Karina), dan saudara-saudara atas doa, dukungan, serta semangat yang tak pernah putus selama saya menempuh pendidikan Magister di IPB. Saya juga menghargai dukungan dari keluarga besar Laboratorium BIORIN, Kultur Jaringan IPB, CV Bumi Agro, dan teman-teman lainnya meskipun tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, saran dan kritik konstruktif dari pembaca sangat saya harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

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

Bogor, Agustus 2025

Dika Rachmat Santoso



@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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Kentang Kultivar IPB CP3	4
2.2 Penyakit Layu Bakteri pada Kentang	4
2.3 Enzim Lisozim	5
2.4 <i>Real-Time Quantitative PCR</i>	8
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Bahan Penelitian	11
3.3 Prosedur Kerja	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Analisis Integritas DNA dan Integrasi Gen <i>LYZ-C</i>	16
4.2 Karakter Produksi Tanaman Kentang IPB CP3 Transgenik	16
4.3 Analisis Frekuensi Penyakit dan Derajat Ketahanan	18
4.4 Ekspresi Gen <i>LYZ-C</i> Pada Kentang IPB CP3 Transgenik	19
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
RIWAYAT HIDUP	29



DAFTAR TABEL

1	Daftar primer untuk analisis integrasi dan ekspresi gen <i>LYZ-C</i>	11
2	Derajat ketahanan klon kentang terhadap infeksi patogen	13
3	Frekuensi penyakit dan derajat ketahanan kentang transgenik terhadap penyakit <i>R. solanacearum</i>	17
4	Produksi umbi rata-rata per tanaman kentang kultivar IPB CP3 setelah diinokulasi dan tidak diinokulasi dengan <i>R. solanacearum</i>	19

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur enzim lisozim dari putih telur ayam	6
2	Mekanisme katalitik lisozim yang dimediasi asam amino Glu-35 dan Asp-52	7
3	Peta daerah T-DNA dari plasmid pCXSN-Lyz yang membawa gen <i>LYZ-C</i>	11
4	Rancangan percobaan analisis ketahanan kentang kultivar IPB CP3 transgenik terhadap penyakit busuk lunak	12
5	Hasil amplifikasi gen aktin dengan menggunakan pasangan primer ActT-F dan ActT-R (746 bp)	16
6	Hasil amplifikasi gen <i>LYZ-C</i> dengan menggunakan pasangan primer Lyz114-F dan NosT2-R (574 bp)	16
7	Ekspresi relatif gen <i>LYZ-C</i> pada tanaman kentang IPB-CP3 transgenik	18