

STABILITAS KARAKTER MORFO-FISIOLOGI, KARAKTER PRODUKSI, DAN EKSPRESI GEN *FBPase* PADA KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) KULTIVAR IPB-CP3 TRANSGENIK

MALIK NURIS SU'AIDI



**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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 “Stabilitas Karakter Morfo-fisiologi, Karakter Produksi, dan Ekspresi Gen *FBPase* pada Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB-CP3 Transgenik” 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, Januari 2025

Malik Nuris Su'aidi
P0501201009

- 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

MALIK NURIS SU'AIDI. Stabilitas Karakter Morfo-fisiologi, Karakter Produksi, dan Ekspresi Gen *FBPase* pada Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB-CP3 Transgenik. Dibimbing oleh MIFTAHUDIN dan ARIS TJAHJOLEKSONO.

Kentang menjadi salah satu komoditas pertanian yang penting setelah padi dan gandum dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Sistem pemupukan yang kurang optimal, irigasi yang tidak memadai, musim tanam yang tidak menentu, serta kondisi air tanah yang kurang baik berkontribusi terhadap penurunan produksi umbi kentang hingga 16,99% pada tahun 2023. Perbaikan sifat fotosintesis tanaman kentang dengan introduksi gen *FBPase* melalui pendekatan rekayasa genetika dinilai dapat meningkatkan hasil produksi umbi kentang. Peningkatan ekspresi gen *FBPase* di kloroplas akan mendukung proses fotosintesis yang mengarah kepada pembentukan pati. Introduksi gen *FBPase* dan *ClRan1* ke dalam kentang kultivar IPB-CP3 melalui *Agrobacterium tumefaciens* diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan pada kentang transgenik generasi klonal G_0 . Namun, analisis lebih lanjut tentang stabilitas karakter morfo-fisiologi, karakter produksi, dan ekspresi transgen pada generasi G_1 belum dilakukan. Tujuan penelitian ini menganalisis stabilitas karakter morfo-fisiologi, karakter produksi, dan ekspresi gen *FBPase* pada tanaman kentang IPB-CP3 transgenik. Penelitian ini terdiri dari lima tahapan yaitu, 1) perbanyakan kentang secara *in vitro* dan stek; 2) penanaman stek dan umbi pada *polybag* di rumah kaca; 3) analisis integrasi transgen; 4) pengamatan morfo-fisiologi; dan 5) analisis ekspresi gen *FBPase*.

Satu klon tanaman kentang non-transgenik IPB-CP3 (C3NT) dan 4 klon tanaman transgenik, yaitu C3FB1, C3FB2, C3FB3, dan C3FB4 diperbanyak secara *in vitro* pada media Murashige & Skoog (MS). Planlet yang dihasilkan kemudian dipindahkan ke bak berisi media *cocopeat* di rumah kaca untuk aklimatisasi dan pembuatan tanaman *mother stock*. Stek dari tanaman *mother stock* digunakan sebagai bahan percobaan generasi G_0 yang ditanam di *polybag* dalam rumah kaca. Umbi yang dihasilkan dari tanaman G_0 kemudian digunakan sebagai bibit generasi G_1 yang ditanam kembali di *polybag* untuk percobaan selanjutnya. Sampel daun dari tanaman G_0 diambil dan digunakan sebagai bahan isolasi DNA untuk uji integrasi transgen menggunakan teknik PCR. Pengamatan morfo-fisiologi yang meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah buku, panjang akar, laju fotosintesis, konduktansi stomata, dan CO_2 inter seluler dilakukan terhadap tanaman G_0 dan G_1 . Perhitungan biomassa basah dan kering tajuk, jumlah umbi, dan bobot umbi per tanaman juga diamati pada saat panen. Analisis ekspresi relatif dari gen *FBPase* dilakukan terhadap tanaman G_0 dan G_1 menggunakan metode $2^{-\Delta\Delta Ct}$.

Analisis integrasi gen *FBPase* diperoleh pada generasi G_0 menggunakan metode PCR menunjukkan bahwa transgen *FBPase* telah terintegrasi ke dalam genom kentang IPB-CP3 transgenik. Hasil pengamatan terhadap karakter morfologi generasi G_0 dan G_1 menunjukkan bahwa tanaman transgenik lebih baik daripada non-transgenik dalam hal diameter batang, jumlah buku, jumlah daun, bobot kering dan basah tajuk. Hasil analisis fisiologis menunjukkan bahwa tanaman transgenik lebih baik daripada non-transgenik dalam hal laju fotosintesis dan konduktansi

stomata. Pengamatan terhadap akar memperoleh data bahwa 3 dari 4 klon transgenik memiliki akar yang lebih panjang di kedua generasi dibandingkan tanaman non-transgenik. Hasil penelitian ini menunjukkan semua tanaman transgenik menghasilkan jumlah umbi yang lebih tinggi 1,3 hingga 3 kali lipat dibandingkan tanaman non-transgenik pada kedua generasi. Analisis statistik menunjukkan bahwa peningkatan jumlah umbi tersebut signifikan secara statistik ($\alpha=0,05$). Klon C3FB3 dan C3FB4 memiliki jumlah umbi tertinggi dibandingkan tanaman non-transgenik serta tanaman transgenik lainnya. Bobot umbi tanaman transgenik G_0 lebih tinggi 2 hingga 4 kali lipat dibandingkan tanaman non-transgenik, sedangkan umbi generasi G_1 transgenik menghasilkan umbi kurang dari 2 kali lipat dibandingkan non-transgenik. Klon C3FB3 dan C3FB4 secara konsisten menunjukkan bobot umbi tertinggi di generasi G_0 maupun G_1 . Nilai ekspresi relatif dari gen *FBPase* pada tanaman transgenik lebih tinggi dibandingkan tanaman non-transgenik di kedua generasi. Nilai ekspresi relatif tertinggi ditemukan pada klon C3FB4. Hal ini mengkonfirmasi bahwa peningkatan ekspresi gen *FBPase* pada tanaman transgenik berkontribusi terhadap peningkatan nilai karakter morfo-fisiologi dan karakter produksi pada tanaman kentang IPB CP3 transgenik.

Kata kunci: ekspresi gen, gen *FBPase*, kentang IPB-CP3, stabilitas gen, transgenik

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

MALIK NURIS SU'AIDI. Stability of Morpho-physiological Characteristics, Yield Characteristics, and *FBPase* Gene Expression in Transgenic Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivar IPB-CP3. Supervised by MIFTAHUDIN and ARIS TJAHOJEKSONO.

Potatoes are one of the important agricultural commodities, after rice and wheat, that meet the food needs of the Indonesian people. Suboptimal fertilization systems, inadequate irrigation, erratic planting seasons, and poor groundwater conditions contribute to a decrease in potato tuber production of up to 16.99% in 2023. Improvement of the photosynthetic characteristics of potato plants by introducing the *FBPase* gene through a genetic engineering approach is likely to increase potato tuber production. Increasing *FBPase* gene expression in chloroplasts will support photosynthesis, leading to starch formation. Introducing *FBPase* and *ClRan1* genes into the IPB-CP3 potato cultivar mediated by *Agrobacterium tumefaciens* has been known to increase growth and development in G_0 clonal generation transgenic potatoes. However, further analysis of the stability of morpho-physiological characters, yields characters, and transgene expression in the G_1 generation has not been carried out. This study aimed to analyze the stability of morpho-physiological characters, yields characters, and *FBPase* gene expression in transgenic IPB-CP3 potato plants. This study consisted of five stages, namely, 1) *in vitro* potato propagation and cuttings; 2) planting cuttings and tubers in polybags in a greenhouse; 3) transgene integration analysis; 4) morpho-physiological observation; and 5) *FBPase* gene expression analysis.

One non-transgenic potato clone IPB-CP3 (C3NT) and four transgenic plant clones, namely C3FB1, C3FB2, C3FB3, and C3FB4 were used in this study. The clones were *in vitro* propagated on Murashige & Skoog (MS) media. The resulting plantlets were transferred to a tub containing cocopeat media in a greenhouse to acclimate and create mother-stock plants. Cuttings from mother stock plants were used as experimental materials for the G_0 generation planted in polybags in a greenhouse. Tubers produced from G_0 plants were then used as G_1 generation seeds and replanted in polybags for further experiments. Leaf samples from G_0 plants were taken and used as DNA isolation materials for transgene integration tests using the PCR technique. Morpho-physiological observations, including plant height, stem diameter, number of leaves, number of nodes, root length, photosynthesis rate, stomatal conductance, and intercellular CO_2 , were carried out on G_0 and G_1 plants. Calculation of fresh and dry biomass of the shoot, number of tubers, and tuber weight per plant were also observed at harvest time. Relative expression analysis of the *FBPase* gene was conducted on G_0 and G_1 plants using the $2^{-\Delta\Delta C_t}$ method.

Analysis of *FBPase* gene integration obtained in the G_0 generation using the PCR method showed that the *FBPase* transgene had been integrated into the genome of the transgenic IPB-CP3 potato. The observations on the morphological characters of the G_0 and G_1 generations showed that transgenic plants were better than non-transgenic plants in terms of stem diameter, number of nodes, number of leaves, and dry and fresh weight of the shoot. The results of the physiological analysis showed that transgenic plants were better than non-transgenic plants in terms of photosynthesis rate and stomatal conductance. Observations on the roots

showed that three of the four transgenic clones had longer roots in both generations than non-transgenic plants.

This study showed that all transgenic plants produced more tubers, 1.3 to 3 times more than non-transgenic plants in both generations. Statistical analysis showed that the increase in tubers was statistically significant ($\alpha = 0.05$). Clones C3FB3 and C3FB4 had the highest number of tubers compared to non-transgenic plants and other transgenic plants. The tuber weight of G_0 transgenic plants was 2 to 4 times higher than non-transgenic plants, while the tubers of the transgenic G_1 generation produced tubers less than 2 times compared to non-transgenic plants. Clones C3FB3 and C3FB4 consistently showed the highest tuber weight in both G_0 and G_1 generations. The relative expression value of the *FBPase* gene in transgenic plants was also higher than in non-transgenic plants in both generations. The highest relative expression value was found in clone C3FB4. This research confirms that the increase in *FBPase* gene expression in transgenic plants contributes to the increase in morpho-physiological character values and yields characters in transgenic IPB-CP3 potato plants.

Keywords: *FBPase* gene, gene expression, gene stability, IPB-CP3 potato, transgenic

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 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.



@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.

STABILITAS KARAKTER MORFO-FISIOLOGI, KARAKTER PRODUKSI, DAN EKSPRESI GEN *FBPase* PADA KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) KULTIVAR IPB-CP3 TRANSGENIK

MALIK NURIS SU'AIDI

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 : Stabilitas Karakter Morfo-fisiologi, Karakter Produksi, dan Ekspresi Gen *FBPase* pada Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB-CP3 Transgenik.

Nama : Malik Nuris Su'aidi
NIM : P0501201009

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si

Pembimbing 2:
Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, D.E.A.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si
NIP. 1962041919890310

Dekan Sekolah Pascasarjana :
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop, IPU
NIP. 197003291996081001



Tanggal Ujian: 06 Januari 2025

Tanggal Lulus:



@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 subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2021 sampai bulan Juli 2024 ini ialah Tesis, dengan judul “Stabilitas Karakter Morfo-fisiologi, Karakter Produksi, dan Ekspresi Gen *FBPase* pada Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB-CP3 Transgenik”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si, Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA, dan (alm) Prof. Dr. Ir. Suharsono, DEA yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dan memberi arahan selama penelitian dan penulisan tesis ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Mafrihul Muttaqin, S.Si, M.Si selaku penguji luar komisi pembimbing atas saran dan masukannya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen-dosen Program Studi Bioteknologi atas seluruh ilmu yang diberikan, serta bapak Keresyanto yang telah sabar memberikan bantuan, arahan, dan saran kepada penulis.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang tulus kepada Umi dan saudara-saudara penulis atas doa, dukungan, dan semangat yang tidak pernah henti diberikan selama penulis menyelesaikan pendidikan Magister di IPB. Terima kasih kepada teman-teman Bioteknologi 2020, khususnya kepada Andi Febrianti RSA, Dhea Ferda, dan Taufiq Hidayat atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan selama proses pengumpulan data penelitian serta penulisan tesis ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Teh Pepi Elvavina, Teh Nia Dahniar, Teh Sarah, dan Pak Sairi atas saran dan bantuan kepada penulis selama mengerjakan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga besar Laboratorium BIORIN, khususnya mbak Musawira, bapak Redi Fajar Kurniawan, Farah Mahfudhah, Hildani, Abdan Arjaka, Afridha Sari, mbak Eka Nur Hasanah serta teman-teman lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan, waktu dan saran yang diberikan. Terima kasih tidak lupa penulis sampaikan kepada Laboratorium Thermalindo yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis selama bekerja.

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

Bogor, Januari 2025

Malik Nuris Su'aidi



@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	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	45
1.1 Latar Belakang	45
1.2 Rumusan Masalah	46
1.3 Tujuan	46
1.4 Manfaat	47
II TINJAUAN PUSTAKA	49
2.1 Kentang Kultivar IPB-CP3	49
2.2 <i>Fructose 1,6-bisphosphatase</i>	49
2.3 <i>Gen Citrullus lanatus Root Activating Number 1 (ClRan1)</i>	51
III METODE	53
3.1 Diagram Alir Penelitian	53
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	53
3.3 Alat dan Bahan	53
3.4 Prosedur Kerja	54
3.5 Analisis Data	58
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Analisis Integrasi Gen <i>FBPase</i>	59
4.2 Respon Morfologi Tanaman Kentang IPB-CP3 Transgenik	59
4.3 Karakter Fisiologi Tanaman Kentang IPB-CP3 Transgenik	62
4.4 Karakter Produksi Tanaman Kentang IPB-CP3 Transgenik	63
4.5 Ekspresi Gen <i>FBPase</i> pada Kentang IPB-CP3 Transgenik	64
V SIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Simpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69



DAFTAR TABEL

1	Primer yang digunakan dalam analisis integrasi dan ekspresi gen <i>FBPase</i>	54
2	Karakter morfologi tanaman kentang IPB-CP3 transgenik yang mengekspresikan berlebih gen <i>FBPase/ClRan1</i> pada 5 - 9 MST	60
3	Bobot tajuk dan akar tanaman kentang IPB-CP3 transgenik 11 MST	61
4	Karakter fisiologi tanaman kentang IPB-CP3 transgenik yang mengekspresikan berlebih gen <i>FBPase/ClRan1</i> pada usia 40 HST	63
5	Karakter produksi kentang IPB-CP3 transgenik yang mengekspresikan berlebih gen <i>FBPase/ClRan1</i>	64

DAFTAR GAMBAR

1	Peran enzim FBPase dalam Siklus Calvin dan sintesis suskrosa di dalam sitosol (Serrato <i>et al.</i> 2009).	50
2	Diagram alir penelitian stabilitas karakter morfo-fisiologi, karakter produksi, dan ekspresi gen <i>FBPase</i>	53
3	Hasil amplifikasi gen <i>Actin</i> (a) dan gen <i>FBPase</i> (b) pada tanaman kentang IPB-CP3 transgenik G ₀ . M: DNA ladder 1kb; NT: C3NT; 1: C3FB1; 2: C3FB2; 3: C3FB3; 4: C3FB4.	59
4	Panjang (cm) akar tanaman kentang IPB-CP3 transgenik (a) generasi G ₀ dan (b) generasi G ₁ pada 11 MST	62
5	Bentuk dan jumlah umbi kentang IPB-CP3 transgenik. (a) klon C3NT; (b) klon C3FB1; (c) klon C3FB2; (d) klon C3FB3; (e) klon C3FB4.	64
6	Ekspresi relatif gen <i>FBPase</i> pada tanaman kentang IPB-CP3 transgenik generasi G ₀ dan G ₁ . Garis vertikal (<i>bar</i>) adalah <i>standar error</i> .	65