

REKAYASA GENETIKA TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) KULTIVAR IPB CP2 DENGAN GEN *FBPase/ClRan1*

ABDAN ARJAKA HIDAYAT



**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2026**

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA KELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Rekayasa Genetika Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB CP2 dengan Gen *FBPase/ClRan1*” 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 2026

Abdan Arjaka Hidayat
P0501222036

- 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

ABDAN ARJAKA HIDAYAT. Rekayasa Genetika Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) kultivar IPB CP2 dengan Gen *FBPase/CIRan1*. Dibimbing oleh MIFTAHUDIN dan ARIS TIAHJOLEKSONO.

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan pokok yang diproduksi terbanyak secara global dengan jumlah 390,4 juta ton di dunia pada tahun 2024. Indonesia menjadi salah satu negara yang memproduksi kentang kurang lebih 1,23 juta ton di tahun 2025. Namun, produksi umbi kentang di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan khususnya kebutuhan industri kentang olahan. Oleh karena itu, sebagian besar kebutuhan kentang industri masih diimpor. Impor kentang industri menunjukkan peningkatan dalam beberapa tahun terakhir, yaitu dari 71,2 ribu ton pada tahun 2022 menjadi 96,3 ribu ton per tahun 2025. Salah satu upaya dalam meningkatkan produksi kentang dalam negeri adalah menggunakan kultivar kentang unggul dengan produktivitas tinggi. Salah satu upaya untuk menghasilkan kultivar unggul adalah perbaikan genetik dengan menggunakan teknik rekayasa genetik. Kentang kultivar IPB CP2 merupakan salah satu kultivar kentang lokal yang dikembangkan oleh Pusat Bioteknologi IPB yang memiliki karakter sesuai untuk bahan baku industri kentang olahan, seperti keripik dan kentang goreng. Kultivar tersebut masih perlu ditingkatkan produktivitasnya dengan memasukkan gen *Fructose-1,6-bisphosphatase* dan gen *Citrullus lanatus Ran 1*. Gen *Fructose-1,6-bisphosphatase* (*FBPase*) merupakan gen yang berperan dalam percepatan akumulasi karbon dalam siklus Calvin yang mempengaruhi biosintesis pati dan sukrosa, sedangkan gen *Citrullus lanatus Ran 1* (*CIRan1*) merupakan gen yang berperan dalam pembentukan mikrotubulus selama fase mitosis dan pemanjangan akar yang mempengaruhi penyerapan unsur hara secara optimal dan pembentukan umbi yang lebih cepat. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan kentang kultivar IPB CP2 transgenik yang membawa gen *FBPase/CIRan1*, menganalisis karakter pertumbuhan dan produksi tanaman transgenik IPB CP2, menganalisis kandungan pati dan gula total pada umbi mikro tanaman transgenik IPB CP2, dan menganalisis ekspresi gen *FBPase* dan *CIRan1*.

Gen *FBPase/CIRan1* diintegrasikan ke dalam kultivar IPB CP2 dengan transformasi genetik tanaman menggunakan *Agrobacterium tumefaciens* yang membawa gen *FBPase/CIRan1*. Bahan tanaman yang digunakan pada transformasi genetik tanaman adalah potongan batang tanpa buku tunas. Kalus dan tunas yang dihasilkan dikultivasi pada media seleksi kanamisin selama 2-4 minggu, dan dihitung persentase efisiensi transformasi dan regenerasi tanaman. Analisis integrasi gen dilakukan untuk memastikan keberadaan gen *FBPase/CIRan1* di dalam genom tanaman transgenik dengan cara melakukan amplifikasi gen *FBPase/CIRan1* menggunakan PCR. Untuk analisis produksi umbi, gula dan pati, klon IPB CP2 transgenik dan non-transgenik ditumbuhkan pada media induksi umbi mikro selama 8 minggu. Metode kolorimetri digunakan untuk mengukur kandungan gula total pada umbi menggunakan fenol-H₂SO₄, dan kandungan pati dengan menggunakan α -amilase dan DNS. Ekspresi relatif gen *FBPase* dan *CIRan1* dilakukan menggunakan 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Berdasarkan jumlah eksplan yang ditransformasikan hingga menghasilkan kalus yang resisten pada media seleksi kanamisin 100 mg/L, hasil penelitian ini menunjukkan efisiensi transformasi sebesar 55,1%. Sebagian kalus yang resisten mampu beregenerasi menghasilkan tunas dengan efisiensi regenerasi sebesar 43,1%. Keberhasilan transfer gen dikonfirmasi berdasarkan analisis integrasi dengan PCR menggunakan primer spesifik yang menghasilkan ampikon gen *FBPase* berukuran 581 pasang basa dan *ClRan1* berukuran 798 pasang basa. Dari 4 tunas transgenik putatif, dihasilkan 4 klon transgenik. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan planlet meliputi tinggi tajuk, panjang akar, jumlah akar, bobot tajuk dan akar, karakter produksi planlet meliputi jumlah umbi, bobot umbi, serta kandungan gula dan pati pada umbi. Klon transgenik menunjukkan peningkatan tinggi tajuk, namun tidak diikuti oleh peningkatan bobot segar dan bobot kering tajuk yang mengindikasikan peralihan alokasi karbon menuju pembentukan organ penyimpanan. Jumlah akar klon transgenik CP2FB2, CP2FB3, dan CP2FB4 berbeda nyata dibandingkan klon non-transgenik, dengan bobot segar dan kering akar yang meningkat signifikan pada klon CP2FB4. Jumlah umbi mikro tidak berbeda nyata antarklon, namun klon CP2FB4 menunjukkan bobot umbi tertinggi. Umbi klon CP2FB3 dan CP2FB4 memiliki kadar gula total dan pati tertinggi dibandingkan non-transgenik dan klon transgenik lainnya. Ekspresi relatif gen *FBPase* klon transgenik lebih tinggi pada tajuk dibandingkan non-transgenik. Sedangkan pada ekspresi relatif gen *ClRan1* cenderung meningkat pada klon transgenik, baik pada tajuk maupun akar.

Kata kunci: *ClRan1*, ekspresi gen, *FBPase*, kentang IPB CP2, rekayasa genetik.

SUMMARY

ABDAN ARJAKA HIDAYAT. Genetic Engineering of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivar IPB CP2 with the *FBPase/CiRan1* Genes. Supervised by MIFTAHUDIN and ARIS TIAHJOLEKSONO.

Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) are one of the most produced staple food commodities globally, with a global production volume of 390.4 million tons in 2024. Indonesia is one of the countries that produces approximately 1.23 million tons of potatoes in 2025. However, potato tuber production in Indonesia is not yet sufficient to meet demand, especially for the processed potato industry. Therefore, the majority of industrial potatoes are still imported. Industrial potato imports have increased in recent years, from 71.2 thousand tons in 2022 to 96.3 thousand tons in 2025. One effort to increase domestic potato production is to use high-yielding potato cultivars. One approach to producing superior cultivars is genetic improvement through genetic engineering techniques. The IPB CP2 potato cultivar is one of the local potato cultivars developed by the IPB Biotechnology Center, which has characteristics suitable for the processed potato industry, such as chips and French fries. The productivity of this cultivar still needs to be improved by incorporating the *Fructose-1,6-bisphosphatase* (*FBPase*) and *Citrullus lanatus Ran1* (*CiRan1*) genes. The *FBPase* gene plays a role in accelerating carbon fixation in the Calvin cycle, thereby affecting starch and sucrose biosynthesis. The *CiRan1* gene plays a role in microtubule formation during mitosis and root elongation, influencing optimal nutrient uptake and accelerated tuber formation. The objectives of this research were to produce a transgenic potato cultivar IPB CP2 carrying the *FBPase/CiRan1* gene, to analyze the growth and production characteristics of the transgenic IPB CP2 plants, to analyze the starch and total sugar content in the microtubers of the transgenic IPB CP2 plants, and to analyze the expression of the *FBPase* and *CiRan1* genes.

The *FBPase/CiRan1* gene was integrated into the IPB CP2 cultivar by genetic transformation using *Agrobacterium tumefaciens* carrying the *FBPase/CiRan1* gene. The plant material used for genetic transformation was stem cuttings without bud nodes. The resulting calli and shoots were cultured on kanamycin selection media for 2-4 weeks, and the transformation efficiency and plant regeneration rates were calculated. Gene integration analysis was performed to confirm the presence of the *FBPase/CiRan1* gene in the transgenic plant genome by PCR amplification. To analyze tuber, sugar, and starch production, transgenic and non-transgenic IPB CP2 clones were grown on microtuber induction media for 8 weeks. A colorimetric method was used to measure total sugar content in tubers using phenol-H₂SO₄, and starch content using α -amylase and DNS. The relative expression of the *FBPase* and *CiRan1* genes was determined using qPCR.

Based on the number of explants transformed to produce resistant callus on kanamycin selection media at 100 mg/L, the results of this study showed a transformation efficiency of 55.1%. Some of the resistant calli regenerated to produce shoots, with a regeneration efficiency of 43.1%. The success of gene transfer was confirmed by integration analysis using PCR with specific primers, which produced *FBPase* amplicons measuring 581 base pairs and *CiRan1*

amplicons measuring 798 base pairs. From 44 putative transgenic shoots, 4 transgenic clones were produced. Observations were made on plantlet growth, including shoot height, root length, number of roots, and shoot and root weight; plantlet production characters, including number of tubers, tuber weight, and sugar and starch content in tubers. Transgenic clones showed an increase in shoot height, but this was not accompanied by increases in shoot fresh or dry weight, indicating that carbon allocation was preserved for the formation of storage organs. The number of roots of transgenic clones CP2FB2, CP2FB3, and CP2FB4 was significantly different compared to non-transgenic clones, with both fresh and dry root weights significantly increasing in clone CP2FB4. The number of microtubers did not differ significantly between clones, but clone CP2FB4 showed the highest tuber weight. Tubers of clones CP2FB3 and CP2FB4 had the highest total sugar and starch content compared to non-transgenic and other transgenic clones. The relative expression of the *FBPase* gene was higher in transgenic clones than in non-transgenic clones in shoots. Meanwhile, the relative expression of the *ClRan1* gene tended to increase in transgenic clones, both in the editorials and roots.

Keywords: *ClRan1*, gene expression, *FBPase*, IPB CP2 potato, genetic engineering.

- 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 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.

REKAYASA GENETIKA TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) KULTIVAR IPB CP2 DENGAN GEN *FBPase/ClRan1*

ABDAN ARJAKA HIDAYAT

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

**PROGRAM STUDI BIOTEKNOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
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 Tesis

: Rekayasa Genetika Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)
Kultivar IPB CP2 dengan Gen *FBPase/ClRan1*

Nama

: Abdan Arjaka Hidayat

NIM

: P0501222036

@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:

Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si.



Pembimbing 2:

Dr. Aris Tjahjoleksono, DEA.



Diketahui oleh:

Ketua Program Studi Bioteknologi

Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si.

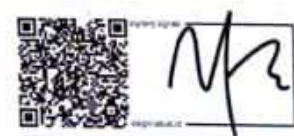
NIP. 196204191989031001



Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc.

NIP. 196607281991031002



Tanggal Ujian: 10 Agustus 2026

Tanggal Lulus: 14 AUG 2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan naskah tesis dengan judul “Rekayasa Genetik Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar IPB CP2 dengan Gen *FBPase/ClRanI*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Prof. Dr. Ir. Miftahudin, M.Si. dan Dr. Ir. Aris Tjahjoleksono, DEA, selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing, memberikan saran dan masukan serta memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan karya ilmiah ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Syahnada Jaya Syaifullah S.Si., M.Sc.Agr., PhD selaku dosen penguji luar komisi dan Dr. Nisa Rachmania Mubarik, M.Si selaku pimpinan sidang pada ujian sidang tesis penulis. Terimakasih atas saran, masukan, dan arahan yang telah diberikan sehingga membantu penulis dalam memperbaiki dan mempertajam pembahasan dalam tesis ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen dan tenaga kependidikan Program studi Bioteknologi IPB, yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama perkuliahan, serta menunjang kebutuhan administrasi dan pelaksanaan penelitian sehingga penulis mampu menyelesaikan karya ilmiah.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Papa (Zulkarnain Fattah) dan Mama (Sri Marlina), serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, memberikan kasih sayang, nasihat, motivasi, bantuan moral dan materil, hingga kepercayaan kepada penulis dalam menempuh pendidikan, sehingga penulis mampu menyelesaikan studi.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Staf laboratorium di Program Studi Bioteknologi dan Program Studi Biologi, Mba Nia, Mba Pepi, Mba Ara, Pak Asep, Pak Iri, Teh Neng, Pak Asep, yang senantiasa membantu pelaksanaan penelitian dan menuntun penulis secara teknis selama berkegiatan di laboratorium. Terima kasih juga kepada teman sejawat, Afridha, Hilda, Farah, Kak Wiwi, Pak Redi, dan teman-teman di laboratorium BIORIN dan FISGENTUM yang tidak dapat penulis sebut satu persatu, yang senantiasa membantu penulis selama pelaksanaan penelitian, saling menyemangati dan saling mendukung satu sama lain sehingga membantu penulis terus termotivasi dalam menyelesaikan studi. Terima kasih juga kepada teman-teman Bioteknologi IPB tahun 2022 genap, Dian, Anis, Shavira, Wiwik, Mba Bella, dan Mas Dwi yang telah membantu penulis dengan memberikan bantuan, dukungan, motivasi, hingga berbagi suka-duka dalam menyelesaikan pendidikan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat, memberikan dampak positif bagi yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan kedepannya. Walaupun masih jauh dari kata sempurna, karya ini diharapkan dapat menjadi titik tumpu bagi inovasi dan pengembangan pengetahuan baru di masa depan.

Bogor, Agustus 2026

Abdan Arjaka Hidayat

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Rekayasa Genetika Tanaman Kentang IPB CP2	3
2.2 Gen <i>Fructose-1,6-bisphosphatase (FBPase)</i>	4
2.3 Gen <i>Citrullus lanatus Ran 1 (ClRan1)</i>	6
METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Kerangka Penelitian	9
3.4 Perbanyakan Tanaman Kentang IPB CP2	10
3.5 Persiapan Kultur Bakteri <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	10
3.6 Transformasi Genetik Tanaman Kentang IPB CP2	10
3.7 Isolasi DNA Genom	11
3.8 Analisis Integritas GNA Genom	11
3.9 Analisis Integrasi Gen <i>FBPase/ClRan1</i>	12
3.10 Induksi Umbi Mikro	12
3.11 Pengamatan Karakter Pertumbuhan dan Produksi	12
3.12 Analisis Kadar Pati	12
3.13 Analisis Kadar Gula Total	13
3.14 Analisis Ekspresi Gen	13
3.14.1 Isolasi RNA	13
3.14.2 Sintesis cDNA	13
3.14.3 Analisis Ekspresi Gen	14
3.15 Analisis Data	14
HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Transformasi Genetik Tanaman Kentang IPB CP2	16
4.2 Integritas DNA Genom Hasil Isolasi	17
4.3 Integrasi Gen <i>FBPase/ClRan1</i> pada Tanaman Transgenik	17
4.4 Pertumbuhan dan Produksi Planlet Kentang IPB CP2	18
4.5 Kandungan Gula Total dan Pati	19
4.6 Analisis Ekspresi Gen	20
4.7 Pembahasan	21
PENUTUP	24
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24



DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP

25
31
34

@Hak cipta milik IPB University

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 TABEL

1	Primer untuk analisis integrasi dan ekspresi gen <i>FBPase</i> dan <i>ClRan1</i>	8
2	Efisiensi transformasi dan efisiensi regenerasi tanaman kentang kultivar IPB CP2	16
3	Karakter pertumbuhan planlet kentang IPB CP2 transgenik dan non-transgenik	18
4	Produksi umbi mikro per lima planlet kentang IPB CP2 transgenik dan non-transgenik	19
5	Kandungan gula total dan pati umbi mikro kentang IPB CP2 transgenik dan non-transgenik	20

DAFTAR GAMBAR

1	Mekanisme transformasi genetik tanaman menggunakan perantara bakteri <i>A.tumefaciens</i>	3
2	Jalur siklus Calvin, biosintesis sukrosa dan pati	5
3	Daerah T-DNA dari plasmid pBI101-FBPase/ClRan1	9
4	Diagram alir penelitian rekayasa genetika tanaman Kentang (<i>Solanum tuberosum</i> L.) kultivar IPB CP2 dengan gen <i>FBPase/ClRan1</i>	9
5	Tahapan pertumbuhan transforman kentang IPB CP2	16
6	Hasil amplifikasi gen aktin pada DNA tanaman kentang IPB CP2	17
7	Hasil amplifikasi gen <i>FBPase</i> (A) dan <i>ClRan1</i> (B) pada kentang IPB CP2	17
8	Pertumbuhan planlet kentang IPB CP2 transgenik dan non-transgenik	18
9	Umbi mikro kentang IPB CP2 transgenik	19
10	Ekspresi relatif gen <i>FBPase</i> dan <i>ClRan1</i> pada tajuk dan akar planlet kentang IPB CP2 transgenik dan non-transgenik	20