



# EFEKTIVITAS PUDING OKRA HIJAU DALAM REGULASI PROTEIN TCF4 PADA ORANG DEWASA DENGAN DIABETES MELITUS TIPE 2

**ARMENIA EKA PUTRIANA**



**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



## PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Efektivitas Puding Okra Hijau dalam Regulasi Protein TCF4 pada Orang Dewasa dengan Diabetes Melitus Tipe 2” 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 disertasi ini.

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

Bogor, Januari 2026

Armenia Eka Putriana  
I1604212023

- 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

ARMENIA EKA PUTRIANA. Efektivitas Puding Okra Hijau dalam Regulasi Protein TCF4 pada Orang Dewasa dengan Diabetes Melitus Tipe 2. Dibimbing oleh EVY DAMAYANTHI, ENY PALUPI, ZURAI DAH NASUTION dan EKOWATI HANDHARYANI.

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan kondisi yang dapat disebabkan multifaktor antara lain hiperglikemia kronis dan resistensi insulin. DMT2 tantangan kesehatan global yang memerlukan manajemen diet secara komprehensif yang dapat meningkatkan pengembangan dan pemanfaatan pangan fungsional. Dalam konteks pencarian terapi alternatif, okra hijau (*Abelmoschus esculentus*) telah diidentifikasi sebagai pangan fungsional yang berpotensi antidiabetes. Penelitian klinis terkait okra hijau dalam bentuk puding yang dikaitkan dengan regulasi protein TCF4 terhadap DMT2 belum pernah dilakukan, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengkaji potensi efektivitas puding okra hijau sebagai antidiabetes melalui data dari hasil kajian literatur sistematis dengan metode meta analisis, *in silico* dengan metode penambatan molekuler (*molecular docking*) dan intervensi pemberian puding okra hijau terhadap orang dewasa dengan DMT2.

Efek klinis okra hijau diperkuat oleh kajian sistematis yang dinyatakan melalui meta analisis bahwa intervensi pemberian okra hijau menunjukkan efek gabungan negatif yang signifikan pada glukosa darah puasa (GDP) di antara berbagai studi, meskipun memiliki heterogenitas yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, intervensi okra hijau berpotensi efektif dalam pengendalian GDP. Dilakukan analisis subgroup terkait bentuk okra hijau dan durasi intervensi sebagai analisis lanjutan. Bentuk okra hijau yang dikonsumsi pada intervensi adalah serbuk, ekstrak kapsul, biji dan kulit, buah direbus, buah dikukus dan air rendaman okra hijau. Durasi intervensi yang digunakan berdasarkan hasil dari meta analisis yaitu <2 minggu dan 12 minggu. Disimpulkan bahwa okra hijau yang dikukus menunjukkan *effect size* paling besar dalam pengendalian GDP (-1,761) dengan durasi intervensi yang relatif singkat yaitu <2 minggu.

Potensi antidiabetes pada puding okra hijau didukung oleh hasil dari kajian *in silico* dengan metode penambatan molekuler. Kajian *molecular docking* (penambatan molekuler) menargetkan interaksi antara senyawa bioaktif okra dengan protein target patogenesis DMT2, yaitu *Transcription Factor 4* (TCF4). Hasil komputasi menunjukkan bahwa senyawa kategori flavonoid, khususnya Tamarixetin dan Katekin, memiliki afinitas ikatan yang kuat dan stabil terhadap TCF4. Secara eksplisit, kedua senyawa tersebut menunjukkan nilai energi ikatan ( $\Delta G$ ) sebesar -7,1 kkal/mol.

Afinitas ikatan Tamarixetin dan Katekin sebesar -7,1 kkal/mol ini secara signifikan lebih kuat (lebih negatif) dibandingkan dengan ligan alami (protein  $\beta$ -katenin) yang hanya sebesar -5,6 kkal/mol, maupun obat standar Metformin -4,5 kkal/mol. Temuan ini menyajikan hipotesis mekanisme molekuler di mana senyawa aktif okra berpotensi bertindak sebagai antagonis kompetitif, menekan sinyal Wnt yang patogenik melalui penghambatan pembentukan kompleks TCF4/ $\beta$ -katenin. Analisis farmakokinetik (*ADME*) lebih lanjut menunjukkan bahwa flavonoid utama dalam okra memiliki prediksi absorpsi gastrointestinal yang tinggi dengan skor bioavailabilitas yang menjanjikan (0,55), mendukung kelayakan produk oral ini.

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

Puding okra hijau adalah produk pangan fungsional inovatif yang diformulasikan menggunakan varietas Naila IPB dan disajikan per porsi/100 g. Produk ini memiliki profil gizi yang rendah kalori ditandai oleh kandungan energi yang rendah (20 kal/100 g). Rendahnya kontribusi kalori ini sangat krusial bagi orang dewasa dengan DMT2 untuk membatasi asupan energi harian dan mendukung manajemen berat badan. Hasil uji klinis memperkuat temuan tersebut bahwa intervensi puding okra hijau berpotensi efektif secara statistik dalam mengendalikan kenaikan kadar glukosa darah secara signifikan. Selain itu, mekanisme perbaikan glukosa juga diusulkan melibatkan efek fisik dari serat yang memperlambat dinamika pengosongan lambung dan aksi biokimia dari antioksidan yang memengaruhi jalur insulin dan Wnt. Meskipun efektivitas puding okra hijau pada parameter GDP terbukti, perubahan perbaikan juga diamati pada HbA1c, tekanan darah, serta kadar protein TCF4 di kelompok intervensi. Namun, perubahan tersebut tidak signifikan secara statistik. Diduga bahwa perubahan pada ekspresi protein TCF4 tidak cukup sensitif terhadap intervensi puding okra hijau dalam jangka pendek.

Puding okra hijau secara keseluruhan berhasil diidentifikasi dan memiliki potensi sebagai pangan fungsional antidiabetes yang aman, memiliki karakteristik fisik dan sensorik yang dapat diterima, dan berpotensi mengendalikan kenaikan glukosa darah puasa. Potensi perbaikan yang diamati diindikasikan bahwa produk ini dapat memberikan manfaat metabolik, meskipun validasi statistiknya memerlukan penelitian lanjutan dengan durasi intervensi yang lebih lama.

Kata kunci: diabetes, orang dewasa, protein, puding, regulasi

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

ARMENIA EKA PUTRIANA. Effectiveness of Green Okra Pudding in Regulating TCF4 Protein in Adults with Type 2 Diabetes Mellitus. Supervised by EVY DAMAYANTHI, ENY PALUPI, ZURAIDAH NASUTION and EKOWATI HANDHARYANI.

Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a condition that can be caused by multiple factors, including chronic hyperglycemia and insulin resistance. T2DM is a global health challenge that requires comprehensive dietary management that can improve the development and utilization of functional foods. In the context of the search for alternative therapies, green okra (*Abelmoschus esculentus*) has been identified as a functional food with potential antidiabetic properties. Clinical research related to green okra in the form of pudding associated with the regulation of TCF4 protein against T2DM has never been conducted, so this study was conducted to examine the potential effectiveness of green okra pudding as an antidiabetic thru data from the results of a systematic literature review using the meta-analysis method, *in silico* with the molecular docking method, and the intervention of giving green okra pudding to adults with T2DM.

The clinical effect of green okra is supported by a systematic review, stated thru meta-analysis, that green okra intervention showed a significant negative combined effect on fasting blood glucose (FBG) across various studies, despite considerable heterogeneity. This indicates that overall, green okra intervention has the potential to be effective in controlling GDP. A subgroup analysis was conducted related to the form of green okra and the duration of the intervention as a follow-up analysis. The forms of green okra consumed during the intervention were powder, capsule extract, seeds and skin, boiled fruit, steamed fruit, and green okra soaking water. The duration of the intervention used, based on the results of the meta-analysis, was <2 weeks and 12 weeks. It was concluded that steamed green okra showed the largest effect size in controlling GDP (-1.761) with a relatively short intervention duration of <2 weeks.

The antidiabetic potential of green okra pudding is supported by the results of an *in silico* study using molecular docking methods. The molecular docking study targeted the interaction between okra's bioactive compounds and the target protein of T2DM pathogenesis, namely Transcription Factor 4 (TCF4). Computational results showed that flavonoid compounds, particularly Tamarixetin and Catechin, have a strong and stable binding affinity to TCF4. Specifically, both compounds recorded a binding energy ( $\Delta G$ ) of -7.1 kcal/mol.

The binding affinity of Tamarixetin and Catechin of -7.1 kcal/mol is significantly stronger (more negative) compared to the natural ligand ( $\beta$ -catenin protein) which is only -5.6 kcal/mol, and the standard drug Metformin -4.5 kcal/mol. These findings present a hypothesis of a molecular mechanism where the active compounds of okra have the potential to act as competitive antagonists, suppressing pathogenic Wnt signals through inhibition of TCF4/ $\beta$ -catenin complex formation. Further pharmacokinetic (ADME) analysis showed that the main flavonoids in okra have predicted high gastrointestinal absorption with a promising bioavailability score (0.55), supporting the feasibility of this oral product.

Green okra pudding is an innovative functional food product formulated using the Naila IPB variety and served per portion/100 g. This product has a low-calorie nutritional profile, characterized by its low energy content (20 calories/100 g). This low-calorie contribution is crucial for adults with T2DM to limit their daily energy intake and support weight management. The clinical trial results support these findings, indicating that the green okra pudding intervention is statistically potentially effective in significantly controlling the rise in blood glucose levels. Additionally, the proposed mechanisms for glucose improvement also involve the physical effects of fiber, which slow gastric emptying dynamics, and the biochemical action of antioxidants, which influence the insulin and Wnt pathways. Although the effectiveness of green okra pudding on GDP parameters was proven, improvements were also observed in HbA1c, blood pressure, and TCF4 protein levels in the intervention group. However, the change was not statistically significant. It is suspected that changes in TCF4 protein expression are not sufficiently sensitive to short-term green okra pudding intervention.

Overall, green okra pudding was successfully identified and has potential as a safe antidiabetic functional food, possessing acceptable physical and sensory characteristics, and potentially controlling fasting blood glucose rise. The observed potential improvements indicate that this product could provide metabolic benefits, although statistical validation requires further research with a longer intervention duration.

*Keywords: adults, diabetes, protein, pudding, regulation*

@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 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.



# **EFEKTIVITAS PUDING OKRA HIJAU DALAM REGULASI PROTEIN TCF4 PADA ORANG DEWASA DENGAN DIABETES MELITUS TIPE 2**

**ARMENIA EKA PUTRIANA**

Disertasi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor pada  
Program Studi Ilmu Gizi

**PROGRAM STUDI ILMU GIZI  
SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



*@Hak cipta milik IPB University*

**Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:**

- 1 Prof. Dr. Rimbawan
- 2 Jiro Hasegawa Situmorang, S.Farm., PhD.

**Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:**

- 1 Prof. Dr. Rimbawan
- 2 Jiro Hasegawa Situmorang, S.Farm., PhD.

Judul Disertasi : Efektivitas Puding Okra Hijau dalam Regulasi Protein TCF4 pada Orang Dewasa dengan Diabetes Melitus Tipe 2

Nama : Armenia Eka Putriana  
NIM : I1604212023

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S.



Pembimbing 2:  
Dr. agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc.



Pembimbing 3:  
Zuraidah Nasution, S.T.P., M.Sc., Ph.D



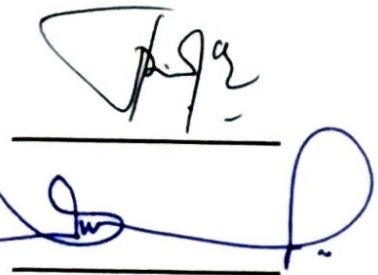
Pembimbing 4:  
Prof. Dr. drh. Ekowati Handharyani, MS.,  
Ph.D., APVet



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Prof. Dr. Rimbawan  
NIP 196204061986031002

Dekan Fakultas Ekologi Manusia:  
Prof. Dr. Sofyan Sjaf, S.Pt., M.Si.  
NIP 197810032009121003



Tanggal Ujian Tertutup : 6 November 2025  
Tanggal Sidang Promosi : 5 Desember 2025

Tanggal Lulus: 21 JAN 2026

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga Disertasi ini bisa diselesaikan dengan baik. Disertasi ini berjudul “Efektivitas Puding Okra Hijau dalam Regulasi Protein TCF4 pada Orang Dewasa dengan Diabetes Melitus Tipe 2”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Evy Damayanthi, M.S., Dr.agr. Eny Palupi, S.T.P., M.Sc., Dr. Zuraidah Nasution, S.T.P., M.Sc. dan Prof. drh. Ekowati Handharyani, M.S., Ph.D., APVet yang telah membimbing, memberikan *support* dan banyak memberikan saran dalam proses penulisan disertasi ini.
2. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi Pendidikan Tinggi atas tugas belajar dan Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) serta Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi wilayah XVI.
3. Dinas Kesehatan Kota Kendari, Mall Pelayanan Publik Kota Kendari dan Puskesmas Puuwatu beserta staf dan jajaran juga kader dan enumerator yang terlibat dalam proses penelitian.
4. Prof. drh. M Rizal. M. Damanik, MRep.Sc, PhD dan Prof. Dr.agr. Asep Gunawan, S.Pt., M.Sc. sebagai dosen penguji pada ujian kualifikasi lisan. Prof. Dr. Rimbawan dan Prof. Dr. Mohamad Rafi, SSi., M.Si. sebagai dosen pembahas saat kolokium. Prof. Dr. Rimbawan dan Jiro Hasegawa Situmorang, S.Farm., PhD. sebagai dosen penguji pada ujian tertutup disertasi dan sidang promosi terbuka serta Prof. Dr. Ir. Dodik Briawan, M.C.N selaku pimpinan sidang promosi terbuka. Terima kasih untuk segala supportnya.
5. Rektor IPB beserta jajarannya, Dekan FEMA IPB beserta jajarannya, Pimpinan Sekolah Pascasarjana IPB beserta jajarannya, Ketua Departemen Gizi Masyarakat beserta jajarannya, dan Ketua Program Studi S3 Ilmu Gizi, serta seluruh dosen dan staf (Sarifah, S.E. dan Aisyah, S.Hum) atas ilmu yang bermanfaat dan bantuan yang diberikan selama menjalani pendidikan S3.
6. Suami (Hanggar Putra Ebta Asesolo, Amd.Kep., S.KM.) dan anak-anak tersayang (kk yesah, kk Atha dan adek Naufal) atas kasih sayang, pengorbanan, kesabaran dan dukungan yang luar biasa kepada penulis.
7. (Alm) Hj. Siti Hadrianah Machmud dan (Alm) H. Drs. Arifin, B.G. (Orang tua angkat), (Alm) Nasirah dan Hasmo (Orang tua kandung) yang telah mendoakan dan memberikan semangat hidup yang luar biasa. Bapak/Ibu Mertua, kk Pohaci dan kk Tris yang memberikan banyak dukungan sehingga penelitian berjalan dengan baik.
8. Teman S1 Unhas 2010, Teman S2 IPB 2014 dan Rekan seperjuangan S3 IPB yang telah memberikan dukungan, doa, dan menghadirkan rasa kekeluargaan selama penulis menempuh pendidikan.
9. Dr. Tigor H. Situmorang, MH., M. Kes., (Rektor Universitas Widya Nusantara), alumni (Julio, Ashyfa, Sofia dan Faiqa), Rekan Program Studi Ilmu Gizi, serta seluruh keluarga Universitas Widya Nusantara yang telah memberikan *support* sehingga disertasi ini bisa diselesaikan.

Bogor, Januari 2026

*Armenia Eka Putriana*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	14
DAFTAR GAMBAR	14
DAFTAR LAMPIRAN	16
I PENDAHULUAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	5
1.5 Kebaruan ( <i>novelty</i> )	5
1.6 Hipotesis	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gambaran Umum Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2)	6
2.2 Transisi dari Makan ke Puasa dan Resistensi Insulin	6
2.3 Transisi dari Normoglikemia ke Hiperglikemia	7
2.4 Peran Antioksidan terhadap DMT2	7
2.5 Komponen Bioaktif dan Pengaruh Okra	8
2.6 Okra ( <i>Abelmoschus esculentus</i> L.) sebagai Antidiabetes	9
2.7 Protein, Wnt/ $\beta$ -catenin, Gen dan DMT2	10
III KERANGKA PEMIKIRAN	12
IV METODE PENELITIAN	14
4.1 Tahap studi literatur (Meta Analisis)	14
4.2 Tahap In Silico dengan Metode Penambatan Molekular	17
4.3 Tahap Persiapan dan Pembuatan Produk Intervensi	19
4.4 Tahap Intervensi	22
V HASIL DAN PEMBAHASAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Sintesis <i>Effect Size</i> dari Okra Hijau terhadap DMT2	26
5.2 Interaksi Kandidat Senyawa dan Protein TCF4 secara In Silico dengan Metode Penambatan Molekular ( <i>Molecular Docking</i> )	42
5.3 Persiapan dan Pembuatan Produk Intervensi (Puding Okra Hijau)	66
5.4 Intervensi Pemberian Puding Okra Hijau	71
VI SIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Simpulan	87
6.2 Saran	87
6.3 Keterbatasan penelitian	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	108
RIWAYAT HIDUP	112



## DAFTAR TABEL

1	Jenis dan cara pengumpulan data penelitian	25
2	Subgrup analisis kontribusi okra hijau dalam bentuk produk terhadap GDP	31
3	Subgrup kontribusi okra hijau dalam bentuk produk terhadap HbA1c	37
4	Preparasi ligan berdasarkan aturan Lipinski	43
5	Hasil validasi metode penambatan molekular reseptor protein TCF4	45
6	Interaksi Tamarixetin dengan Protein TCF4	47
7	Mekanisme kerja Tamarixetin pada DMT2	48
8	Interaksi Isorhamnetin dengan Protein TCF4	50
9	Mekanisme kerja Isorhamnetin pada DMT2	51
10	Interaksi Kuersetin dengan Protein TCF4	52
11	Mekanisme kerja Kuersetin pada DMT2	53
12	Interaksi Katekin dengan Protein TCF4	55
13	Mekanisme kerja Katekin pada DMT2	55
14	Interaksi Asam Askorbat dengan Protein TCF4	56
15	Mekanisme kerja Asam Askorbat pada DMT2	57
16	Interaksi Epigalokatekin dengan Protein TCF4	58
17	Mekanisme kerja Epigalokatekin pada DMT2	59
18	Interaksi Metformin dengan Protein TCF4	60
19	Interaksi $\beta$ -katenin dengan Protein TCF4	63
20	Prediksi ADME properti farmakokinetik	64
21	Hasil uji organoleptik pada masing-masing formula	67
22	Hasil uji <i>one way</i> ANOVA pada daya terima keseluruhan formula puding okra hijau	68
23	Hasil analisis proksimat	69
24	Sifat fisik puding okra hijau pada formula terpilih	69
25	Hasil Analisis kandungan serat pangan puding okra hijau	69
26	Hasil Analisis kandungan mikroba puding okra hijau	70
27	Hasil analisis kapasitas antioksidan pada formula 1	70
28	Hasil analisis kapasitas antioksidan pada formula 2	71
29	Hasil analisis kapasitas antioksidan pada formula 3	71
30	Karakteristik Responden penelitian	72
31	Rata-rata asupan energi dan zat gizi makro responden	76
32	Rata-rata asupan energi dan zat gizi mikro responden	77
33	Pengaruh perlakuan terhadap profil glikemik, tekanan darah dan protein TCF4 berdasarkan kelompok	79
34	Analisis subgrup pengaruh perlakuan terhadap glukosa darah puasa berdasarkan lama menderita DMT2	81



## DAFTAR GAMBAR

1	Efek insulin dan leptin pada organ hati, jaringan otot rangka dan adiposa	6
2	Faktor yang memengaruhi sekresi dan kerja insulin	7
3	Klasifikasi antioksidan berdasarkan asal usulnya	8
4	Kerangka pemikiran pengaruh intervensi puding okra hijau pada orang dewasa dengan DMT2	12
5	Tahapan penelitian	14
6	PRISMA 2009 flow diagram	15
7	Jumlah Subjek Penelitian	23
8	Diagram alir proses seleksi artikel PRISMA	26
9	Forest plot effect size jumlah pemberian okra hijau terhadap glukosa darah puasa pada orang dewasa dengan DMT2	28
10	Forest plot subgrup okra hijau berdasarkan durasi intervensi terhadap glukosa darah puasa pada orang dewasa dengan DMT2	29
11	Forest plot subgrup okra hijau berdasarkan bentuk produk terhadap glukosa darah puasa	30
12	Regresi plot jumlah pemberian okra hijau terhadap glukosa darah puasa pada orang dewasa dengan DMT2	32
13	Regresi plot durasi intervensi okra hijau terhadap glukosa darah puasa pada orang dewasa dengan DMT2	33
14	Funnel plot bias publikasi kontribusi okra hijau terhadap glukosa darah puasa	34
15	Forest plot sensitivitas studi (Leave-One-Out) pemberian okra hijau terhadap glukosa darah puasa	35
16	Forest plot effect size pemberian okra hijau terhadap HbA1c pada orang dewasa dengan DMT2	35
17	Forest plot subgrup pemberian okra hijau dalam durasi intervensi terhadap HbA1c	36
18	Forest plot subgrup pemberian okra hijau dalam berbagai bentuk produk terhadap HbA1c	37
19	Regresi plot jumlah pemberian okra hijau terhadap HbA1c pada orang dewasa dengan DMT2	38
20	<i>Bubble plot</i> durasi intervensi pemberian okra hijau terhadap HbA1c pada orang dewasa dengan DMT2	39
21	Funnel plot bias publikasi kontribusi okra hijau terhadap HbA1c	40
22	<i>Forest plot</i> sensitivitas studi (Leave-One-Out) pemberian okra hijau terhadap HbA1c	41
23	Reseptor TCF4 sebelum pemurnian, setelah sequencing dan pemurnian	43
24	Struktur ligan yang memenuhi syarat diunduh dalam bentuk <i>Conformer</i> 3D	44
25	Interaksi Tamarixetin dengan Protein TCF4	46
26	Identifikasi Tamarixetin	47
27	Interaksi Isorhamnetin dengan Protein TCF4	49
28	Biosintesis Isorhamnetin	50
29	Interaksi Kuersetin dengan Protein TCF4	51

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.

30	Interaksi Katekin dengan Protein TCF4	54
31	Interaksi asam askorbat dengan Protein TCF4	56
32	Interaksi epigalokatekin dengan Protein TCF4	58
33	Interaksi metformin dengan Protein TCF4	61
34	Interaksi $\beta$ -katenin dengan Protein TCF4	62
35	Persentase kepatuhan responden kelompok kontrol dan kelompok puding okra hijau setiap minggu selama masa intervensi	74
36	Kurva konsentrasi kadar protein TCF4	80
37	Mekanisme perbaikan glukosa darah melalui regulasi protein TCF4 yang diusulkan	82

## DAFTAR LAMPIRAN

1	Persetujuan etik penelitian	109
2	Formulir <i>Inform Consent</i>	110
3	Formulir <i>Food recall 2x24 hours</i>	111
4	Formulir persetujuan uji organoleptik	112
5	Kuesioner uji hedonik	113
6	Dokumentasi penelitian	114
7	Normalitas data	119
8	Prosedur dan rincian KIT ELISA TCF4	120
9	Inklusi Artikel Meta Analisis	122

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.